



SKRIPSI

**PEMANFAATAN EKSTRAK KULIT LUAR
SEMANGKA SEBAGAI INHIBITOR KOROSI
TINPLATE DALAM MEDIA 2% NaCl**

**FADIAH APRILIA MUFIS
NRP 1412 100 024**

**Pembimbing I
Dra. Harmami, MS**

**Pembimbing II
Dra. Ita Ulfan, M. Si**

**JURUSAN KIMIA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016**



SCRIPT

**UTILIZATION OF WATERMELON PEEL
EXTRACT AS CORROSION INHIBITOR
FOR TINPLATE IN 2% NaCl MEDIUM**

**FADIAH APRILIA MUFIS
NRP 1412 100 024**

**Supervisor I
Dra. Harmami, MS**

**Supervisor II
Dra. Ita Ulfin, M.Si**

**DEPARTMENT OF CHEMISTRY
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016**

LEMBAR PENGESAHAN
PEMANFAATAN EKSTRAK KULIT LUAR SEMANGKA
SEBAGAI INHIBITOR KOROSI *TINPLATE* DALAM
MEDIA 2% NaCl

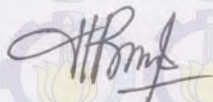
SKRIPSI

Disusun Oleh :

FADIAH APRILIA MUFIS
NRP. 1412 100 024

Surabaya, 2 Februari 2016

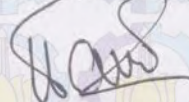
Dosen Pembimbing I



Dra. Harmami, MS

NIP. 19611216 198803 2 002

Dosen Pembimbing II



Dra. Ita Ulfin, M.Si

NIP. 19650426 198903 2 002

Menyetujui,

Mengetahui :

Ketua Jurusan Kimia,



Prof. Dr. Didik Prasetyoko, S.Si., M.Sc
NIP. 19710616 199703 1 002

**PEMANFAATAN EKSTRAK KULIT LUAR SEMANGKA
SEBAGAI INHIBITOR KOROSI *TINPLATE* DALAM
MEDIA 2% NaCl**

Nama : Fadiah Aprilia Mufis
NRP : 1412100024
Jurusan : Kimia
Pembimbing I : Dra. Harmami, MS
Pembimbing II : Dra. Ita Ulfin, M.Si

ABSTRAK

Telah dipelajari ekstrak kulit luar semangka sebagai inhibitor korosi pada *tinplate* dalam media 2% NaCl menggunakan metode pengurangan berat dan polarisasi potenciodinamik dengan variasi konsentrasi inhibitor. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi inhibisi meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi inhibitor. Efisiensi inhibisi maksimum mencapai 88,11% pada metode pengurangan berat dan pada metode polarisasi potenciodinamik mencapai 92,98% yang didapat dari konsentrasi ekstrak sebesar 1000 mg Ekstrak/L. Kedua metode memberikan pola inhibisi yang sama.

Kata kunci: Ekstrak Kulit Luar Semangka ; Inhibitor Korosi ; NaCl ; *Tinplate*.

UTILIZATION OF WATERMELON PEEL EXTRACT AS CORROSION INHIBITOR FOR TINPLATE IN 2% NaCl MEDIUM

Name : Fadiah Aprilia Mufis
NRP : 1412100024
Department : Chemistry
Advisor Lecturer I : Dra. Harmami, MS
Advisor Lecturer II : Dra. Ita Ulfan, M.Si

ABSTRACT

Watermelon Peel Extract has been studied as a corrosion inhibitor in tinplate in 2% NaCl medium using weight loss measurements and potentiodynamic polarization methods at various of inhibitor concentration. The results show that inhibition efficiency increased with the increase of inhibitor concentration and reaching the maximum value of 88,11% by weight loss measurements and 92,98% by potentiodynamic polarization methods at the highest concentration 1000 mg Extract/L. Both of these methods produced the same pattern of inhibition.

Keywords : Corrosion Inhibitor ; NaCl ; Watermelon Peel Extract ; Tinplate.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'alam, puji syukur atas limpahan rahmat Allah SWT sehingga naskah Tugas Akhir yang berjudul **“Pemanfaatan Ekstrak Kulit Luar Semangka Sebagai Inhibitor Korosi Tinplate Dalam Media 2% NaCl”** dapat diselesaikan.

Tulisan ini tidak akan terwujud dengan baik tanpa bantuan, dukungan dan dorongan dari semua pihak, untuk itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dra. Harmami, MS. dan Dra. Ita Ulfin, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan selama proses penyusunan naskah Tugas Akhir ini.
2. Prof. Dr. Didik Prasetyoko, S.Si., M.Sc, selaku Ketua Jurusan Kimia atas fasilitas yang telah diberikan hingga naskah Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
3. Dr.rer.nat Fredy Kurniawan, M.Si selaku Kepala Laboratorium Instrumentasi dan Sains Analitik yang telah membantu secara administrasi dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak, ibu, adik dan nenek tercinta yang senantiasa memberikan doa dan semangat serta motivasi tiada henti.

Surabaya, Februari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan.....	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
BAB II	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 <i>Tinplate</i>	7
2.2 Korosi.....	8
2.2.1 Korosi pada <i>Tinplate</i>	9
2.2.2 Kinetika Korosi	12
2.2.3 Termodinamika Korosi.....	13
2.2.4 Pengendalian Korosi.....	14
2.3 Inhibitor.....	15
2.3.1 Ekstrak Kulit Luar Semangka sebagai inhibitor	16
2.4 Pengukuran Laju Korosi.....	18
2.4.1 Metode Pengurangan Berat	18
2.4.2 Metode Polarisasi Potensiodinamik.....	19
BAB III.....	21
METODOLOGI	21
3.1 Alat dan Bahan	21
3.1.1 Alat	21
3.1.2 Bahan.....	21
3.2 Prosedur Kerja.....	21
3.2.1 Preparasi Ekstrak Kulit Luar Semangka.....	21

3.2.2 Preparasi <i>Tinplate</i>	21
3.2.3 Pembuatan Media Korosi	22
3.2.3.1 Pembuatan Larutan 2% NaCl.....	22
3.2.3.2 Pembuatan Media Korosi dengan Variasi Konsentrasi Ekstrak Kulit Luar Semangka	22
3.2.4 Metode Pengurangan Berat (<i>Weight Loss</i>)	22
3.2.5 Metode Polarisasi Potensiodinamik.....	23
BAB IV.....	25
HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Pengaruh Ekstrak Kulit Luar Semangka sebagai Inhibitor Korosi	25
4.1.1 Metode Pengurangan Berat	25
4.1.2 Metode Pengukuran Polarisasi	28
BAB V	33
PENUTUP	33
5.1 Kesimpulan.....	33
5.2 Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA.....	35
LAMPIRAN	39
BIODATA PENULIS	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Peristiwa korosi pada <i>Tinplate</i>	11
Gambar 2.2	Struktur kimia <i>Citrulline</i>	17
Gambar 2.3	Kurva tafel yang telah dipolarisasi, E_{kor} dan I_{kor} diperoleh dari perpotongan arus anodik dan arus katodik.....	20
Gambar 4.1	Hubungan antara Konsentrasi Inhibitor (mg Ekstrak/L) terhadap Efisiensi Inhibisi (%).....	27
Gambar 4.2	Hubungan antara Konsentrasi Inhibitor (mg Ekstrak/L) terhadap Laju Korosi (mmpy).....	27
Gambar 4.3	Kurva Polarisasi dari <i>Tinplate</i> dalam media 2% NaCl dengan variasi konsentrasi Ekstrak Kulit Luar Semangka.....	29
Gambar 4.4	Hubungan antara Konsentrasi Inhibitor (mg Ekstrak/L) terhadap Efisiensi Inhibisi (%).....	31
Gambar 4.5	Hubungan antara Konsentrasi Inhibitor (mg Ekstrak/L) terhadap Laju Korosi (mmpy)	31

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Parameter konsentrasi dan efisiensi inhibisi pada <i>Tinplate</i> dengan variasi konsentrasi inhibitor pada perendaman selama 48 jam.	26
Tabel 4.2 Parameter elektrokimia <i>Tinplate</i> dalam media 2% NaCl dengan variasi konsentrasi Ekstrak Kulit Luar Semangka	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Skema Kerja	39
Lampiran B	Pembuatan Larutan	41
Lampiran C	Data Metode Pengurangan	47
Lampiran D	Data Metode Polarisasi Potensiodinamik	51
Lampiran E	Kurva Polarisasi	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tinplate adalah baja karbon tipis yang dilapisi dengan timah murni di kedua sisinya. *Tinplate* memiliki sifat yang baik dalam hal ketahanan terhadap korosi. Penggunaan *tinplate* yaitu sebagai bahan pengemas makanan, daging, buah kalengan dan cat (Firdausi, 2014). Menurut *The Provisional Tolerable Weekly Intake*, kandungan timah (Sn) maksimum pada kemasan makanan adalah sebesar 250 mg/kg (200 mg/kg di *United Kingdom*) untuk makanan padat dan 150 mg/kg untuk kemasan minuman (Blunden, 2003). Apabila kandungan logam timah melebihi batas yang dianjurkan dapat menyebabkan masalah dalam hal keamanan makanan. Masalah yang signifikan pada penggunaan kaleng *tinplate* antara lain hilangnya keutuhan segel dan perubahan warna pada makanan. Perubahan warna tersebut terjadi karena adanya peristiwa korosi pada logam *tinplate* (Blunden, 2003). Proses oksidasi atau korosi pada *tinplate* disebabkan terjadinya reaksi antara *tinplate* dengan bahan makanan yang dikemas dalam kaleng *tinplate*. Hal itu dikarenakan pada umumnya produk makanan mengandung garam (Da-Hai, 2012). Menurut Departemen Kesehatan, batas penggunaan garam yang diperbolehkan pada makanan kemasan kaleng sebesar 125 mg/kg (Hartati, 2010).

Untuk mencegah terjadinya korosi akibat interaksi kaleng *tinplate* dengan garam yang terkandung di dalam makanan tersebut, telah banyak dilakukan upaya antara lain : pelapisan pada permukaan logam (*coating*), perlindungan katodik dan penambahan inhibitor korosi. Diantara beberapa metode pengendalian korosi yang dapat dilakukan, penambahan inhibitor korosi merupakan salah satu metode pengendalian korosi yang paling mudah dan murah (Haryono, 2010). Dalam penggunaannya pada logam, inhibitor dapat mengurangi

kecepatan korosi dengan cara menaikkan atau menurunkan reaksi anodik/katodik (Bothi Raja, 2008).

Inhibitor korosi adalah zat yang ditambahkan ke dalam medium dengan jumlah konsentrasi yang kecil untuk menurunkan atau mencegah reaksi antara logam dengan medium (Giat, 2013). Inhibitor terbagi menjadi dua yaitu inhibitor anorganik dan inhibitor organik. Inhibitor anorganik adalah inhibitor yang diperoleh dari mineral-mineral yang tidak mengandung unsur karbon dalam senyawanya. Material dasar dari inhibitor anorganik antara lain kromat, nitrit, silikat dan pospat. Inhibitor anorganik bersifat sebagai inhibitor anodik karena inhibitor ini memiliki gugus aktif yaitu anion negatif yang berguna untuk mengurangi korosi (Sari, 2013). Sedangkan inhibitor organik terbagi menjadi dua macam yaitu alami (berasal dari ekstrak tumbuhan) dan buatan (sintetis) (Mourya dkk, 2014). Inhibitor organik dari bahan alami adalah inhibitor yang berasal dari bagian tumbuhan yang mengandung tanin. Tanin merupakan zat kimia yang terdapat pada akar, daun, kulit, buah dan batang tumbuhan. Senyawa pada ekstrak tumbuhan yang dijadikan inhibitor harus mengandung minimal salah satu dari atom : N, O, P, S yang memiliki pasangan elektron bebas (PEB). Unsur-unsur yang mengandung PEB berfungsi sebagai ligan yang akan membentuk senyawa kompleks (Sari, 2013). Inhibitor organik yang baik memenuhi syarat yaitu murah, tidak beracun, *biodegradable* dan aman terhadap makanan (Irianty, 2013). Inhibitor yang demikian kemudian disebut sebagai *Green Inhibitor* (Bothi Raja, 2008).

Beberapa penelitian penggunaan *Green Inhibitor* dalam media NaCl antara lain penelitian yang dilakukan pada *Tinplate* dengan inhibitor madu alami jenis *Chestnut Honey* dan *Acacia Honey* dengan penambahan jus lobak hitam (*Black Radish Juice*) dalam media 3% NaCl menggunakan metode pengurangan berat dan polarisasi potensiodinamik (Radojčić, 2008). Hasil menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi inhibitor dengan efisiensi inhibisi maksimum mencapai 92% pada konsentrasi *Chestnut Honey* dan

Black Radish Juice 1000 ppm. Sedangkan pada larutan inhibitor *Acacia Honey* dan *Black Radish Juice* mencapai 93% pada konsentrasi yang sama. Pada pengukuran polarisasi, efisiensi inhibisi mencapai 90% pada larutan inhibitor *Chestnut Honey* dan 87% pada larutan inhibitor *Acacia Honey* masing-masing pada konsentrasi yang sama yaitu 1000 ppm.

Penelitian Harmami (2015) mengkaji tentang efisiensi kitosan sebagai inhibitor korosi kaleng makanan yang terbuat dari plat timah dalam media 3% NaCl. Hasil menunjukkan efisiensi inhibisi mencapai 91,8% pada konsentrasi inhibitor 50 mg/L dengan menggunakan metode polarisasi potensiodinamik. Adsorpsi kitosan pada permukaan plat timah merupakan adsorpsi kimia dan mengikuti pola adsorpsi isothermis Langmuir.

Penelitian Odewumni (2015) yang menganalisis efisiensi inhibisi korosi baja lunak dalam media HCl dengan menggunakan ekstrak kulit dalam semangka sebagai inhibitor menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak. Pada pengukuran EIS menunjukkan efisiensi sebesar 82,9% dicapai pada konsentrasi inhibitor sebesar 1000 ppm. Sedangkan untuk metode pengurangan berat (*Weight Loss*) menunjukkan efisiensi inhibisi sebesar 90,2% dicapai pada konsentrasi inhibitor yang sama yaitu 1000 ppm. Adsorpsi inhibitor pada permukaan baja lunak mengikuti pola adsorpsi isothermis Temkin.

Pada penelitian lanjutan Odewumni (2015) menganalisis efisiensi korosi baja lunak dalam media HCl dengan menggunakan ekstrak kulit luar semangka. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak. Pada pengukuran polarisasi potensiodinamik menunjukkan efisiensi sebesar 69,51% dicapai pada konsentrasi inhibitor sebesar 1 g/L. Sedangkan untuk pengukuran EIS dan LPR menunjukkan efisiensi inhibisi sebesar 73,30% dan 74,47% yang dicapai pada konsentrasi inhibitor yang sama yaitu 1 g/L. Adsorpsi isothermis menurut pada pola adsorpsi isothermis Langmuir.

Penelitian Petchiammal A. (2012) yang juga menggunakan ekstrak kulit luar semangka (*Citrullus Vulgaris Peels*) sebagai inhibitor korosi pada logam Zn dalam media air laut yang mengandung senyawa NaCl menyatakan bahwa efisiensi inhibisi mencapai 82,81% dicapai pada konsentrasi inhibitor maksimum 1000 ppm dan waktu paparan 480 jam. Senyawa yang berpengaruh dalam ekstrak kulit luar semangka adalah senyawa *citrulline* yang mengandung heteroatom yaitu N dan O yang memungkinkan terjadinya donor elektron. Adsorpsi ekstrak kulit luar semangka pada permukaan logam mengikuti pola adsorpsi isoteremis Langmuir dan Temkin.

Pada penelitian ini diharapkan ekstrak kulit luar semangka akan dimanfaatkan sebagai inhibitor korosi *tinplate* dalam media 2% NaCl.

1.2 Permasalahan

Penggunaan *tinplate* sebagai kaleng pengemas makanan yang mengandung garam NaCl dapat menimbulkan terjadinya kontaminasi makanan oleh logam-logam yang terkandung dalam *tinplate* akibat korosi. Oleh karena itu, perlu penambahan inhibitor untuk mengurangi laju korosinya. Inhibitor yang akan digunakan adalah ekstrak kulit luar semangka. Permasalahannya yaitu bagaimana efisiensi inhibisi ekstrak kulit luar buah semangka sebagai inhibitor korosi *tinplate* dalam media 2% NaCl.

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah memanfaatkan ekstrak kulit luar semangka sebagai inhibitor korosi dengan melihat efisiensi inhibisinya pada korosi *tinplate* dalam media 2% NaCl.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan penelitian sebelumnya Petchiammal (2012) yang meneliti tentang pemanfaatan ekstrak kulit luar semangka sebagai inhibitor korosi, maka pada penelitian ini, digunakan rentang variasi konsentrasi inhibitor ekstrak kulit luar semangka yaitu : 0 ; 25 ; 50 ; 75 ; 100 ; 250 ; 600 ; 1000 (mg Ekstrak/L) dimana larutan 2% NaCl bertindak sebagai media korosi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengurangan berat dan metode polarisasi potensiodinamik.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Tinplate*

Tinplate adalah lembaran baja karbon tipis yang kedua sisinya dilapisi dengan timah murni. Plat timah ini memiliki ketebalan 0,15-0,5 mm dan kandungan timah putih berkisar antara 1,0-1,25% dari berat kaleng. Kandungan timah putih ini biasanya dinyatakan dengan TP yang diikuti dengan angka yang menunjukkan banyaknya timah putih misalnya pada TP25 mengandung timah putih sebanyak 2,8 g/m², TP50 sebanyak 5,6 g/m², TP75 sebanyak 8,4 g/m² dan TP100 sebanyak 11,2 g/m² (Sutrisno, 2013).

Pada proses pembuatan *tinplate*, wadah kaleng yang awalnya terbuat dari plat timah yang terdiri dari lembaran dasar baja dilapisi timah putih (Sn) dengan cara pencelupan dalam timah cair panas (*hot dipping*) atau dengan elektrolisa. Pelapisan kaleng dengan cara *hot dipped* merupakan cara yang lama dan kurang menarik karena lapisan timah yang diperoleh terlalu tebal. Sedangkan, pelapisan dengan cara elektrolisa adalah cara yang lebih modern yaitu pelapisan dengan menggunakan listrik galvanis sehingga dihasilkan lapisan timah yang lebih tipis dan rata (Sutrisno, 2013).

Penggunaan *tinplate* yaitu sebagai pembungkus makanan atau kaleng makanan. Menurut *The Provisional Tolerable Weekly Intake*, kandungan Sn maksimum pada kemasan makanan adalah sebesar 250 mg/kg (200 mg/kg di *United Kingdom*) untuk makanan padat dan 150 mg/kg untuk kemasan minuman. Kelebihan dari *tinplate* dalam penggunaan pada kaleng makanan adalah mengkilap, kuat, tahan karat, dan dapat disolder. Sedangkan kekurangannya apabila kandungan Sn melebihi batas yang dianjurkan akan mengakibatkan perubahan warna pada makanan yang disebabkan peristiwa korosi pada *tinplate* (Blunden, 2003).

2.2 Korosi

Korosi adalah peristiwa kerusakan logam yang disebabkan oleh reaksi kimia dengan lingkungannya yang menyebabkan terjadinya penurunan kualitas suatu bahan logam (Sari, 2013). Korosi merupakan suatu proses elektrokimia yang memerlukan beberapa syarat, antara lain : adanya anoda, katoda, dan larutan elektrolit/media korosi. Anoda dan katoda berada pada daerah-daerah permukaan logam yang terkorosi. Anoda adalah daerah yang teroksidasi dengan melepaskan elektron dari atom logam netral yang kemudian menjadi ion logam yang membentuk produk korosi (bentuk teroksidasi) yang tidak dapat larut dalam media. Sedangkan daerah katoda adalah daerah yang tereduksi dengan menangkap elektron hasil dari oksidasi logam (El-Sherbini dkk, 2005).

Jenis korosi tergantung pada perbedaan komposisi kimia dalam elektrolit dan perbedaan komposisi dari logam. Secara umum, tipe korosi dibagi menjadi 4 yaitu :

a. Korosi Selektif / celah

Korosi selektif adalah korosi yang terjadi karena lepasnya atau larutnya satu elemen yang bersifat anodik dari campuran logam (Jones, 1996).

b. Korosi Sumuran

Korosi Sumuran atau biasa disebut Pitting adalah korosi yang berbentuk lubang-lubang pada permukaan logam, yang disebabkan hancurnya lapisan film dari proteksi logam. Korosi ini terjadi karena dipicu oleh adanya perbedaan konsentrasi ion logam, oksigen, dan air (Jones, 1996).

c. Korosi Retak Tegang (SCC)

Korosi Retak Tegang adalah korosi yang diakibatkan oleh gabungan antara lingkungan yang korosif dan tegangan yang statis. Faktor yang mempengaruhi adalah suhu, komposisi logam atau larutan, struktur logam dan tegangan (Jones, 1996).

d. Korosi Merata

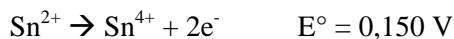
Korosi Merata adalah korosi yang disebabkan oleh atmosfer/ lingkungan yang korosif di seluruh permukaan logam. Dikatakan merata karena memiliki laju korosi yang sama di seluruh permukaan. Penanggulangan pada korosi ini jauh lebih mudah dibandingkan pada korosi jenis yang lain (Jones, 1996).

2.2.1 Korosi pada *Tinplate*

Pada penggunaan *tinplate* sebagai pengemas makanan terdapat beberapa permasalahan antara lain : rusaknya segel penutup, perubahan warna produk di dalam kemasan dan peristiwa korosi (Blunden, 2003). Penelitian mengenai peristiwa korosi pada *tinplate* telah banyak dilakukan diantaranya penelitian Galić dkk (1994) yang melakukan pengamatan korosi Sn dalam larutan NaCl. Reaksi yang terjadi pada proses korosi Sn adalah sebagai berikut :



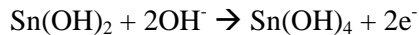
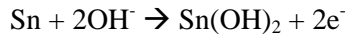
Logam Sn teroksidasi menjadi kation Sn^{2+} dan kemudian teroksidasi lagi menjadi Sn^{4+} .



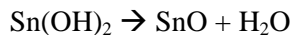
Oksida kation *Tinplate* yang terbentuk pada proses korosi adalah sebagai berikut :



Korosi pada *tinplate* juga membentuk senyawa Sn(OH)_2 atau lapisan SnO dari ion logamnya dengan reaksi :



Selanjutnya, Sn(OH)_2 dan Sn(OH)_4 akan menjadi senyawa dihidrat dan berubah menjadi senyawa oksida yang lebih stabil (SnO dan SnO_2) dengan reaksi seperti berikut :

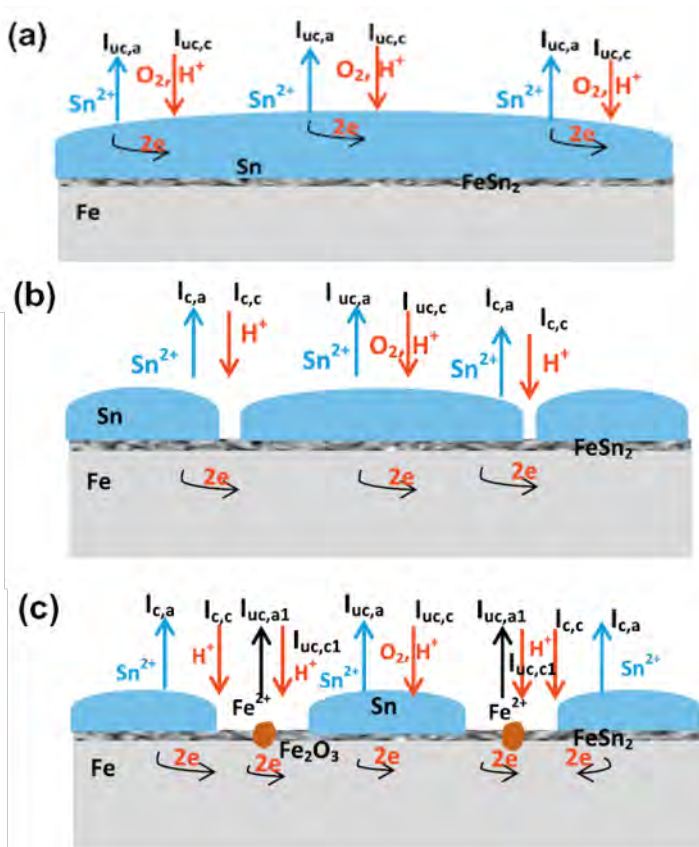


Reaksi yang terjadi diatas terjadi pada permukaan *tinplate* dan memungkinkan untuk teroksidasi lagi menjadi Sn(OH)_4 dan SnO_2 (Zhong, 2013).

Mekanisme proses korosi yang terjadi pada *tinplate* dalam media NaCl berjalan sebanyak dua tahap dan dapat dilihat pada Gambar 2.1. Bentuk korosi yang terjadi pada *tinplate* adalah korosi sumur atau *pitting corrosion* dimana korosi ini terjadi akibat adanya kerusakan lokal pada permukaan logam yang tidak hanya menghasilkan lubang pada permukaannya saja, tetapi lubang yang cukup dalam (Shreir dkk., 1995). Gambar 2.1 (a) menunjukkan proses dimana oksigen yang berasal dari udara menuju permukaan larutan pada bagian pada bagan baja karbon. Hal ini mengakibatkan lapisan paduan Sn-Fe yang berada di paling atas akan terkelupas dan menimbulkan celah sehingga oksigen dapat masuk dan menyerang baja karbon yang ditunjukkan oleh Gambar 2.1 (b) (Martins, 2012).

Lapisan Sn-Fe pada permukaan *tinplate* sangatlah tipis, sehingga cepat atau lambat baja karbon akan mengalami peristiwa

korosi yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 (c). Adanya perbedaan potensial antara Sn dan Fe serta rusaknya lapisan *tinplate* dan mengakibatkan semakin banyak baja karbon yang terkelupas. Korosi terjadi akibat adanya reaksi katodik, dimana oksigen mereduksi lapisan timah yang ada pada permukaan *tinplate* (Da-Hai dkk., 2012).



Gambar 2.1 Peristiwa korosi pada *Tinplate* (Martins, 2012)

2.2.2 Kinetika Korosi

Dalam suatu reaksi elektrokimia terjadi perpindahan elektron dari reduktor ke oksidator. Aliran elektron diukur sebagai arus (I) dalam ampere dimana $1A = 1C$ muatan ($6,2 \cdot 10^{18}$ elektron)/detik. Menurut Faraday, perbandingan antara arus (I), jumlah elektron yang terlihat (n) dan berat atom (a) dengan massa yang hilang (M) selama reaksi dirumuskan sebagai berikut :

$$M = \frac{I \cdot t \cdot a}{n \cdot F} \quad (2.1)$$

Banyaknya massa yang hilang disebabkan oleh reaksi dalam waktu tertentu (t)/satuan luas (A) yang menghasilkan laju korosi (r) :

$$r = \frac{M}{t \cdot A} = \frac{i \cdot a}{n \cdot F} \quad (2.2)$$

dimana,

i : densitas arus setara I/A ($\mu A/cm^2$). Persamaan diatas menunjukkan perbandingan jumlah antara jumlah massa yang hilang/L/waktu (mg/cm^2 hari).

Metode penentuan laju korosi menggunakan rapat arus lebih tepat daripada satuan arus, hal ini karena dengan arus yang sama dapat terpusat pada luas permukaan yang lebih kecil, sehingga menghasilkan arus yang lebih besar.

Persamaan laju korosi dengan adanya densitas dari logam paduan (D) dalam mil/tahun (mpy) dinyatakan sebagai berikut :

$$r = \frac{0,129 \cdot a \cdot i}{n \cdot D} \quad (\text{dalam mpy}) \quad (2.3)$$

Atau

$$r = \frac{0,00327 \cdot a \cdot i}{n \cdot D} \quad (\text{dalam mmpy}) \quad (2.4)$$

dimana,

i : arus ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)

n : jumlah elektron yang terlibat dalam reaksi

D : densitas logam paduan (g/cm^3).

A : Luas permukaan baja lunak

0,129 dan 0,00327: tetapan proporsional (Jones, 1996).

2.2.3 Termodinamika Korosi

Termodinamika pada korosi digunakan untuk menentukan bagaimana reaksi korosi dapat berlangsung secara spontan tanpa adanya energi yang masuk dari luar. Proses yang spontan terjadi jika perubahan energi bebas Gibbs (ΔG) bernilai negatif. Perubahan energi yang negatif ini mengindikasikan kestabilan produk lebih besar daripada reaktan (Talbot and Talbot, 1997).

Nilai perubahan energi bebas Gibbs (ΔG) dinyatakan oleh persamaan sebagai berikut :

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln K \quad (2.5)$$

Dimana, ΔG° merupakan potensial energi bebas untuk semua reaktan dalam keadaan standar atau potensial elektroda standar, $T = 298 \text{ K}$, $R = 8,314 \text{ J/mol.K}$ dan K merupakan ketetapan kesetimbangan.

Nilai ΔG dapat dihubungkan dengan potensial elektrokimia sesuai dengan persamaan berikut :

$$\Delta G = -n F e \quad (2.6)$$

Dimana, n merupakan jumlah elektron yang ditukar saat reaksi, F merupakan konstanta Faraday (96500 C/mol) dan E merupakan potensial elektrokimia (Jones, 1996).

Nilai perubahan energi bebas Gibbs (ΔG) dapat juga dinyatakan dengan Persamaan 2.7 :

$$\Delta G_{\text{ads}} = -RT \ln (1 \times 10^6 K_{\text{ads}}) \quad (2.7)$$

dimana, R adalah konstanta gas ($8,314 \text{ J/K/mol}$), T adalah suhu ruang (K) dan 1×10^6 adalah konsentrasi air (mg/L) (Odewumni, 2015).

2.2.4 Pengendalian Korosi

Beberapa upaya telah dilakukan untuk menghambat terjadinya korosi pada peralatan industri. Pengendalian korosi memainkan peranan penting dalam setiap tahapnya. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk menghambat/mencegah terjadinya proses korosi antara lain :

a. Mengisolasi logam dari lingkungannya

Memisahkan logam dari lingkungan adalah cara yang paling populer dan banyak dilakukan. Cara ini meliputi pelapisan dengan lapisan pelindung organik atau anorganik. Teknik ini dapat dilakukan dengan pengecatan, semprot dan sebagainya (Trethewey, 1991).

b. Mempertinggi ketahanan logam

Membuat logam tahan terhadap korosi dimaksudkan untuk memperoleh ketahanan korosi dari logam dalam lingkungan tertentu. Ketahanan logam dari korosi dapat diperoleh dengan cara dapat menghindarkan adanya daerah-daerah katodik dan anodik pada permukaan logam atau menjadikan permukaan logam tertutup oleh lapisan yang protektif (Trethewey, 1991).

c. Membalikkan arah arus korosi

Cara ini biasa disebut proteksi katodik dimana proses korosi dicegah dengan jalan memperlakukan logam yang dilindungi sebagai katoda. Cara ini juga biasa dipakai untuk pencegahan korosi pipa-pipa baja, rel kereta api. Pipa-pipa baja dihubungkan ke tanah dengan kawat aluminium/seng sehingga pada baja terjadi arus anoda dan kawat penghubung terjadi arus katoda. Hal ini menyebabkan pipa baja tidak

terkorosi dan kawat penghubung yang akan terkorosi (Trethewey, 1991).

d. Membuat lingkungan menjadi tidak korosif

Cara ini biasanya menggunakan zat-zat kimia yang ditambahkan ke dalam lingkungan elektrolit. Cara ini cocok untuk lingkungan yang terbatas dan terkontrol. Zat yang ditambahkan dapat mempengaruhi reaksi-reaksi di anoda, katoda atau keduanya sehingga proses korosi akan diperlambat. Zat yang ditambahkan ini disebut inhibitor (Trethewey, 1991).

2.3 Inhibitor

Inhibitor korosi adalah suatu zat kimia yang ditambahkan ke dalam lingkungan korosif, walaupun dalam jumlah sangat sedikit (ppm atau mM) tetapi dapat menurunkan laju korosi logam (Arhatha, 2012). Berdasarkan sifat korosi logam secara elektrokimia, inhibitor dapat mengurangi kecepatan korosi dengan cara menaikkan atau menurunkan reaksi anodik/katodik, menurunkan kecepatan difusi reaktan ke permukaan logam dan menurunkan resistensi elektrik dari permukaan logam (Bothi Raja, 2008).

Dalam bidang korosi dikenal berbagai jenis inhibitor. Berdasarkan sumbernya, inhibitor korosi dibedakan menjadi 2 jenis yaitu :

a. Inhibitor Anorganik

Inhibitor yang diperoleh dari mineral-mineral yang tidak mengandung unsur karbon dalam senyawanya. Material dasar dari inhibitor organik antara lain : kromat, nitrit, silikat dan fosfat.

b. Inhibitor Organik

Inhibitor organik adalah molekul-molekul organik dengan rantai samping yang dapat teradsorb pada permukaan logam. Inhibitor ini biasanya mengalami proses kemisorpsi pada permukaan logam karena terdapat gugus polar pada struktur molekulnya yang siap menyerang permukaan logam. Gugus polar yang efektif antara lain : sulfur, nitrogen, hidroksil, selenium atau fosfonat (Trethewey, 1991).

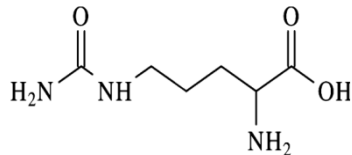
Inhibitor yang ditambahkan kedalam media korosif akan membentuk lapisan pelindung *in situ* karena reaksi antara larutan dengan permukaan logam. Walaupun banyak bahan inhibitor korosi sintesis yang baik untuk pencegahan korosi akan tetapi, banyak diantaranya yang bersifat toksik baik terhadap manusia maupun lingkungan. Inhibitor jenis ini dapat menyebabkan kerusakan terhadap sistem organ tubuh. Karena efek toksik tersebut, saat ini mulai digunakan bahan organik sebagai inhibitor korosi yang tidak berbahaya, *biodegradable* dan aman terhadap makanan (Giat, 2013).

2.3.1 Ekstrak Kulit Luar Semangka sebagai inhibitor

Inhibitor organik dari bahan alami adalah inhibitor yang berasal dari bagian tumbuhan yang mengandung tanin. Tanin merupakan zat kimia yang terdapat pada akar, daun, kulit, buah dan batang tumbuhan. Senyawa pada ekstrak tumbuhan yang dijadikan inhibitor harus mengandung minimal salah satu atom : N, O, P, S yang memiliki pasangan elektron bebas (PEB). Unsur-unsur yang mengandung PEB berfungsi sebagai ligan yang akan membentuk senyawa kompleks (Sari, 2013).

Semangka atau memiliki nama latin *Citrullus Vulgaris Schard* adalah salah satu buah yang banyak disukai oleh masyarakat Indonesia. Semangka memiliki senyawa fitokimia yang utama yaitu citrulline, asam amino, flavonoid dan polifenol. Senyawa tersebut berfungsi sebagai antioksidan yang dapat melindungi tubuh manusia dari bahaya radikal bebas. Gambar 2.2

menunjukkan struktur kimia senyawa *citrulline* (Petchiammal, 2012).



Gambar 2.2 Struktur kimia *Citrulline* (Odewumni, 2015)

Odewumni (2015) memanfaatkan limbah buah semangka yaitu kulit luar semangka sebagai inhibitor korosi pada baja lunak dalam media HCl. Ekstrak kulit luar semangka mengandung heteroatom N dan O pada senyawa *citrulline* Gambar (2.2) memungkinkan terjadinya donor elektron. Pada penelitian tersebut digunakan metode pengukuran *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS), *Potentiodynamic Polarization* (PDP) dan *Linier Polarization Resistance* (LPR). Hasil pengukuran EIS menunjukkan efisiensi inhibisi sebesar 73,30% pada konsentrasi 1 g/L. Pengukuran PDP dan pengukuran LPR pada konsentrasi yang sama efisiensi inhibisi mencapai 68,92% dan 74,47%. Penelitian juga menunjukkan adsorpsi molekul inhibitor ekstrak pada permukaan baja lunak mengikuti pola adsorpsi isothermis Langmuir.

Ekstrak kulit luar semangka (*Citrullus Vulgaris Peels*) juga digunakan sebagai inhibitor korosi pada logam Zn dalam media air laut (Petchiammal, 2012). Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode pengurangan berat. Hasil menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi sebesar 82,81% dicapai pada konsentrasi inhibitor 1000 ppm setelah 480 jam waktu perendaman. Tipe adsorpsi isothermis inhibitor pada permukaan logam Zn mengikuti pola adsorpsi isothermis Langmuir dan Temkin.

2.4 Pengukuran Laju Korosi

2.4.1 Metode Pengurangan Berat

Metode pengurangan berat atau biasa disebut dengan metode gravimetri adalah teknik non-elektrokimia yang dilakukan dengan cara perendaman spesimen *tinplate* pada larutan media korosi selama 48 jam pada suhu kamar tanpa dan dengan adanya penambahan inhibitor.

Selisih berat spesimen *tinplate* sebelum dan sesudah perendaman disebut sebagai pengurangan berat (ΔW). Kemudian laju korosi (r) dapat dihitung dengan Persamaan 2.12 :

$$r \text{ (dalam mmpy)} = \frac{87600 \Delta W}{\rho AT} \quad (2.8)$$

dimana,

ΔW : selisih berat *Tinplate* sebelum dan sesudah perendaman (gram)

ρ : berat jenis (g/cm^3)

A : luas permukaan *Tinplate* (cm^2)

T : Waktu perendaman spesimen (jam).

Sedangkan Efisiensi inhibisi (EI) dihitung dengan Persamaan 2.13:

$$EI (\%) = \frac{C_R^0 - C_R}{C_R^0} \times 100 \% \quad (2.9)$$

dimana,

C_R^0 : Laju Korosi rata-rata blanko (mmpy)

C_R : Laju Korosi rata-rata dengan adanya penambahan inhibitor (mmpy)

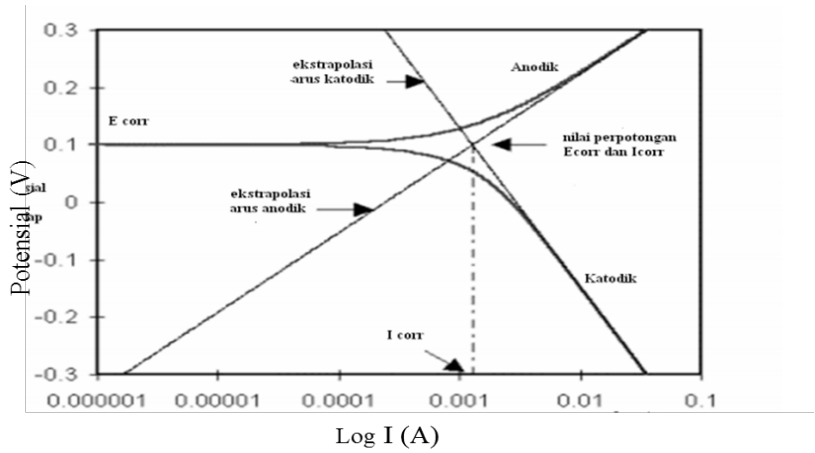
(Mourya, 2014).

2.4.2 Metode Polarisasi Potensiodinamik

Pengukuran laju korosi dilakukan dengan instrumen autolab Metrohm tipe AUT84948 dengan 3 elektroda. Elektroda acuan adalah elektroda tipe calomel (SCE), elektroda bantu berupa platina dan elektroda kerja adalah spesimen *tinplate*. Ketiga elektroda yaitu elektroda acuan, elektroda bantu dan elektroda kerja dirangkai menjadi suatu sel dengan larutan elektrolit berupa media korosi yaitu NaCl 2% dengan dan tanpa adanya penambahan inhibitor korosi. Sistem yang telah dirangkai kemudian dihubungkan dengan potensiostat dan komputer untuk membaca data yang diperoleh. Pengukuran polarisasi potensiodinamik dilakukan pada rentang potensial antara -250 mV sampai 250 mV dengan *scan rate* 1 mV/s pada suhu kamar. Titik potong pada garis ekstrapolasi tafel menunjukkan nilai kerapatan korosi (I_{kor}) dan potensial korosi (E_{kor}) ditunjukkan pada Gambar 2.5. Efisiensi inhibisi dapat dihitung dengan Persamaan 2.14 :

$$EI = \frac{I^{\circ}_{kor} - I'_{kor}}{I^{\circ}_{kor}} \times 100\% \quad (2.10)$$

Dimana, I°_{kor} dan I'_{kor} adalah kepadatan arus korosi dengan atau tanpa adanya penambahan inhibitor korosi (Odewumni, 2015).



Gambar 2.3 Kurva tafel yang telah dipolarisasi, E_{kor} dan I_{kor} diperoleh dari perpotongan arus anodik dan arus katodik (Trethewey, 1991)

BAB III METODOLOGI

3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *beaker glass*, spatula, labu ukur 1 L, labu ukur 250 mL, pipet tetes, botol timbang, corong, neraca analitik, dan potensiostat autolab Metrohm tipe AUT 84948.

3.1.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah *Tinplate* tipe TP 20, NaCl p.a, kulit luar semangka kuning, cat *aquaproof* dan aqua DM.

3.2 Prosedur Kerja

3.2.1 Preparasi Ekstrak Kulit Luar Semangka

Buah semangka dipisahkan antara kulit luar, kulit dalam dan bijinya. Kemudian kulit luar yang sudah dipisahkan, dikeringkan di bawah sinar matahari hingga didapatkan berat konstan. Kulit luar yang sudah kering ditumbuk hingga membentuk serbuk. Sebanyak 20 gram serbuk kulit luar semangka dimasukkan ke dalam *beaker glass* 500 mL dan dilarutkan dengan aqua DM sebanyak 400 mL. Larutan serbuk kulit luar semangka dipanaskan selama 30 menit. Setelah itu, larutan disaring dengan kertas saring Whatmann. Filtrat yang didapatkan dipanaskan untuk menguapkan pelarutnya hingga mengental seperti karamel. Selanjutnya, filtrat berbentuk karamel dikeringkan dengan *freeze dryer* dan didapatkan padatan.

3.2.2 Preparasi *Tinplate*

Pada metode pengurangan berat, *Tinplate* dipotong dengan ukuran $3 \times 3 \text{ cm}^2$, sedangkan untuk metode polarisasi spesimen dipotong dengan dimensi $4 \times 1 \text{ cm}^2$ kemudian dilapisi dengan cat *aquaproof* hingga bagian spesimen yang tidak di cat tersisa $1 \times 1 \text{ cm}^2$. Kemudian *tinplate* dicuci dengan aqua DM dan disonikasi selama 20 menit. *Tinplate* yang sudah bersih, dikeringkan dengan *hairdryer* kecepatan 1.

3.2.3 Pembuatan Media Korosi

3.2.3.1 Pembuatan Larutan 2% NaCl

Larutan 2% NaCl dibuat dengan menimbang padatan NaCl p.a sebanyak 20 gram. Kemudian dilarutkan dalam gelas beaker dan diencerkan dengan aqua DM di dalam labu ukur 1 L hingga tanda batas. Selanjutnya dikocok hingga padatan NaCl larut sempurna. Larutan ini digunakan sebagai media korosi dan blanko.

3.2.3.2 Pembuatan Media Korosi dengan Variasi Konsentrasi Ekstrak Kulit Luar Semangka

Ekstrak kulit luar semangka yang telah dikeringkan dengan *freeze dryer*, ditimbang sebanyak 0,0063 gram dengan botol timbang. Kemudian, serbuk dilarutkan dalam media korosi secukupnya dan diencerkan dalam labu ukur 250 mL hingga tanda batas. Konsentrasi inhibitor yang diperoleh adalah 25 mg Ekstrak/L. Dengan cara yang sama dibuat variasi konsentrasi larutan inhibitor 50; 75; 100; 250; 600; 1000 (mg Ekstrak/L).

3.2.4 Metode Pengurangan Berat (*Weight Loss*)

Tinplate yang sudah disiapkan disonikasi selama 20 menit dan dikeringkan. *Tinplate* yang sudah bersih ditimbang dan

dicatat massa awalnya. *Tinplate* kemudian direndam dalam 30 mL media korosi dengan variasi konsentrasi 0 ; 25 ; 50 ; 75 ; 100 ; 250 ; 600 ; 1000 (mg Ekstrak/L) pada suhu ruang selama 48 jam. Setelah perendaman, *tinplate* dibersihkan dengan *tissue* kemudian disonikasi selama 20 menit dan dikeringkan. Selanjutnya, *tinplate* ditimbang massa akhirnya. Selisih massa sebelum dan sesudah perendaman dalam media korosi berupa larutan 2% NaCl tanpa dan dengan adanya penambahan inhibitor dinyatakan sebagai perbedaan massa *tinplate* (ΔW). Percobaan dilakukan triplo yang kemudian nilainya di rata-rata. Kemudian, laju korosi dapat dihitung dengan Persamaan 2.8 dan efisiensi inhibisi dapat dihitung dengan Persamaan 2.9.

3.2.5 Metode Polarisasi Potensiodinamik

Metode Polarisasi Potensiodinamik atau biasa disebut metode Elektrokimia dilakukan dengan menggunakan 3 jenis elektroda yaitu *tinplate* sebagai elektroda kerja (WE), platina sebagai elektroda bantu dan SCE sebagai elektroda pembanding. *Tinplate* direndam dalam 50 mL media korosi dengan variasi konsentrasi 0 ; 25 ; 50 ; 75 ; 100 ; 250 ; 600 ; 1000 (mg Ekstrak/L) selama 10 menit sebelum dilakukan pengukuran. Kemudian, pengujian polarisasi potensiodinamik dilakukan pada rentang potensial dari arah katodik ke anodik dengan nilai potensial sebesar -250 mV sampai 250 mV. Titik potong pada garis ekstrapolasi tafel yang ditunjukkan pada Gambar 2.5 menunjukkan nilai kerapatan arus korosi (I_{kor}) dan potensial korosi (E_{kor}). Kemudian efisiensi inhibisi dapat dihitung dengan Persamaan 2.10.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Ekstrak Kulit Luar Semangka sebagai Inhibitor Korosi

Pengaruh ekstrak kulit luar semangka (*Watermelon Peel Extract*) sebagai inhibitor korosi terhadap efisiensi inhibisi dan laju korosi *tinplate* pada media korosi 2% NaCl telah dilakukan dengan dua metode yaitu metode pengurangan berat dan metode polarisasi potensiodynamik. Penentuan efisiensi inhibisi dan laju korosi dilakukan dengan variasi konsentrasi ekstrak kulit luar semangka (WMPE) yang ditambahkan dalam media korosi 2% NaCl.

4.1.1 Metode Pengurangan Berat

Metode pengurangan berat atau biasa disebut Metode Gravimetri adalah teknik non-elektrokimia yang dilakukan dengan cara perendaman *tinplate* pada media korosi 2% NaCl tanpa dan dengan adanya penambahan inhibitor selama 48 jam.

Nilai efisiensi inhibisi (%) dan laju korosi didapatkan dari selisih massa *tinplate* sebelum dan sesudah perendaman dalam media korosif. Efisiensi inhibisi dan laju korosi *tinplate* pada media korosi 2% NaCl tanpa dan dengan adanya penambahan inhibitor diberikan pada Tabel 4.1. Data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran C (Tabel C.1).

Pada Tabel 4.1, ditunjukkan bahwa efisiensi inhibisi meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi inhibitor. Efisiensi inhibisi maksimum sebesar 88,11% dicapai pada konsentrasi 1000 mg Ekstrak/L.

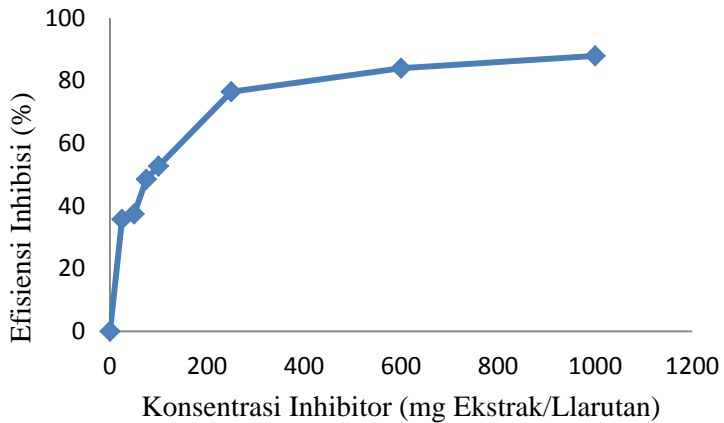
Tabel 4.1 Parameter konsentrasi dan efisiensi inhibisi pada *tinplate* dengan variasi konsentrasi inhibitor pada perendaman selama 48 jam.

Konsentrasi (mg Ekstrak/L)	ΔW rata-rata (gram)	Laju Korosi (mmpy)	Efisiensi Inhibisi (%)	θ
0	$3,3 \times 10^{-3}$	0,0244	-	-
25	$2,1 \times 10^{-3}$	0,0157	35,65	0,3565
50	$2,1 \times 10^{-3}$	0,0153	37,29	0,3729
75	$1,7 \times 10^{-3}$	0,0126	48,36	0,4836
100	$1,6 \times 10^{-3}$	0,0115	52,87	0,5287
250	$0,8 \times 10^{-3}$	0,0057	76,64	0,7664
600	$0,5 \times 10^{-3}$	0,0039	84,01	0,8401
1000	$0,4 \times 10^{-3}$	0,0029	88,11	0,8811

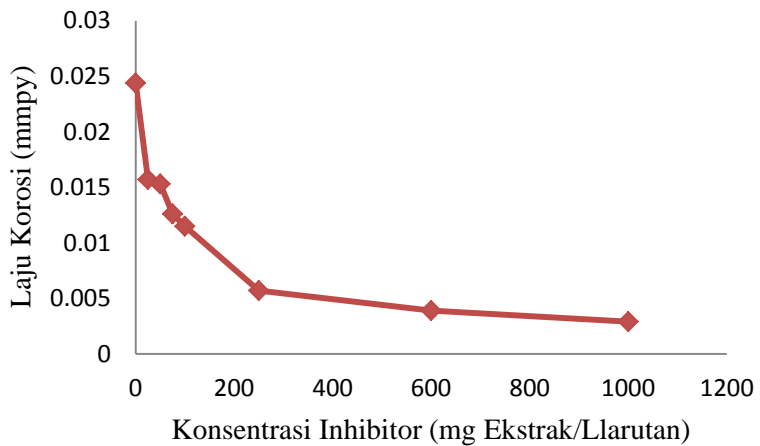
Keterangan : ΔW rata-rata : rata-rata selisih massa awal dan akhir *Tinplate* setelah perendaman.

θ : EI/100 (digunakan untuk analisa Adsorpsi Isotermis).

Hubungan antara konsentrasi inhibitor dengan efisiensi inhibisi diberikan pada Gambar 4.1. Pada Gambar 4.1 ini, dijelaskan bahwa efisiensi inhibisi meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi inhibitor. Sedangkan pada Gambar 4.2 menunjukkan hubungan antara konsentrasi inhibitor dengan laju korosi. Gambar 4.2 ini menjelaskan bahwa laju korosi menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi inhibitor.



Gambar 4.1 Hubungan antara Konsentrasi Inhibitor (mg Ekstrak/L) terhadap Efisiensi Inhibisi (%).

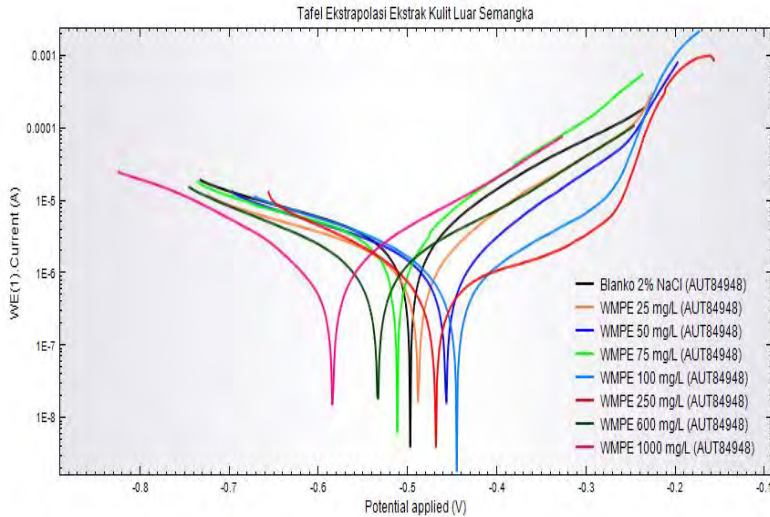


Gambar 4.2 Hubungan antara Konsentrasi Inhibitor (mg Ekstrak/L) terhadap Laju Korosi (mmpy)

Penelitian Petchiammal (2012) pada logam Zn dengan konsentrasi 1000 mg/L ekstrak kulit luar semangka dalam media air laut didapatkan efisiensi inhibisi sebesar 82,81%. Hasil EI (%) yang didapatkan tersebut lebih rendah dibandingkan dengan penelitian yang telah dilakukan pada *tinplate* yaitu EI (%) mencapai 88,11% pada konsentrasi ekstrak yang sama. Hal ini dimungkinkan karena adanya perbedaan logam yang digunakan. Menurut Yang (2008) nilai E° (potensial standar redoks) dari suatu logam mempengaruhi terjadinya peristiwa korosi pada logam dimana, semakin negatif nilai E° , maka logam akan semakin mudah mengalami oksidasi dan terjadi korosi. Karena Zn memiliki nilai E°_{sel} yang lebih negatif daripada Sn yaitu sebesar -0,736 V maka Zn lebih cenderung mengalami reaksi oksidasi.

4.1.2 Metode Pengukuran Polarisasi

Pengaruh inhibitor ekstrak kulit luar semangka terhadap efisiensi inhibisi dan laju korosi *tinplate* juga diukur menggunakan metode polarisasi potensiodinamik. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi inhibitor terhadap efisiensi inhibisi dan laju korosi pada *tinplate*. Pada pengukuran polarisasi potensiodinamik, *tinplate* direndam selama 10 menit dalam media korosi 2% NaCl tanpa dan dengan adanya penambahan inhibitor untuk mencapai keadaan yang stabil pada OCP (*Open Circuit Potential*). Kurva polarisasi pada *tinplate* dalam media NaCl 2% tanpa dan dengan adanya penambahan inhibitor ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Kurva Polarisasi dari *tinplate* dalam media 2% NaCl dengan variasi konsentrasi Ekstrak Kulit Luar Semangka

Kurva polarisasi potensiodinamik *tinplate* pada Gambar 4.3 dilakukan ekstrapolasi Tafel untuk mendapatkan parameter elektrokimia seperti E_{kor} , I_{kor} , β_a dan β_c dan ditunjukkan pada Tabel 4.2. Data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran D (Tabel D.1) dan ekstrapolasi Tafel untuk semua konsentrasi dan pengulangan diberikan pada Lampiran F.

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa nilai I_{kor} yang didapatkan mengalami penurunan seiring dengan peningkatan konsentrasi inhibitor. Nilai I_{kor} yang dihasilkan ini dapat digunakan untuk menentukan nilai laju korosi, sebab nilai I_{kor} sebanding dengan nilai laju korosi (Jones, 1996). Apabila semakin rendah nilai I_{kor} , maka laju korosi akan berjalan lebih lambat. Nilai efisiensi inhibisi (%) dihitung dari nilai I_{kor} yang didapat dengan menggunakan Persamaan 2.10.

Tabel 4.2 Parameter elektrokimia *Tinplate* dalam media 2% NaCl dengan variasi konsentrasi Ekstrak Kulit Luar Semangka

Konsentrasi (mg Ekstrak/L)	β_a (V/dec)	β_c (V/dec)	E_{kor} (mV)	I_{kor} ($\mu A/cm^2$)	EI (%)
0	0,3691	0,1549	-497,64	2,92	-
25	0,3174	0,1217	-536,97	2,36	19,03
50	0,1707	0,1042	-457,41	1,31	55,25
75	0,0838	0,0791	-512,17	1,23	57,80
100	0,1492	0,1172	-493,23	1,20	58,85
250	0,1045	0,0938	-501,32	0,93	68,33
600	0,0901	0,0822	-534,55	0,79	73,06
1000	0,0177	0,0180	-637,10	0,21	92,98

Keterangan :

β_a : Beta Anodik

β_c : Beta Katodik

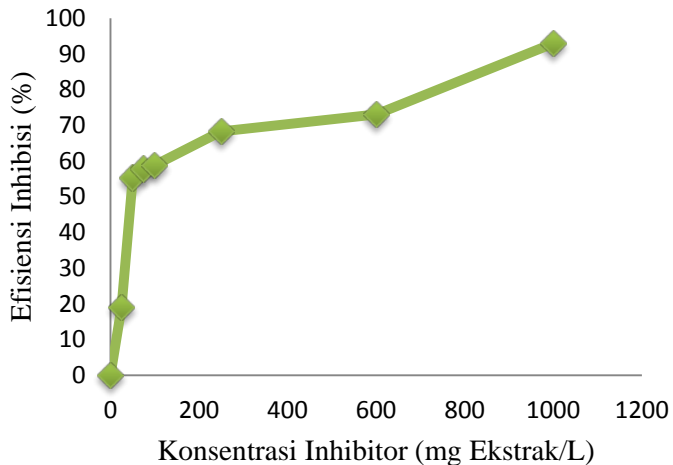
E_{kor} : Laju Korosi

I_{kor} : Densitas Arus Korosi

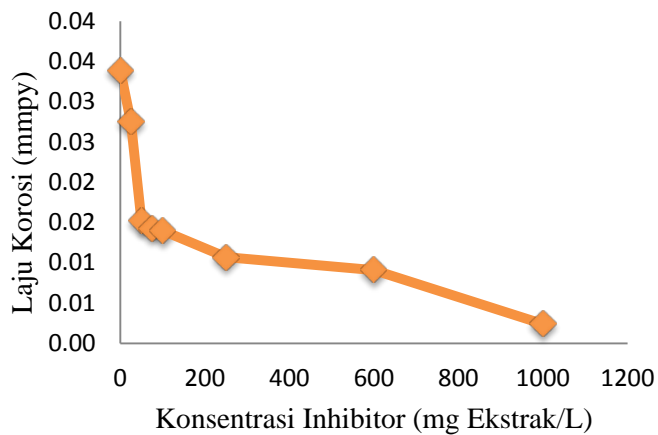
EI : Efisiensi Inhibisi

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi inhibitor. Efisiensi inhibisi maksimum sebesar 92,98% dicapai pada konsentrasi paling tinggi yaitu 1000 mg Ekstrak/L. Dari Tabel 4.2 dapat ditarik hubungan antara konsentrasi inhibitor dengan efisiensi inhibisi yang ditunjukkan pada Gambar 4.4. Pada Gambar 4.4 ini, dijelaskan bahwa efisiensi inhibisi meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi inhibitor. Sedangkan pada Gambar 4.5 menyatakan hubungan antara konsentrasi

inhibitor dengan laju korosi. Gambar 4.5 ini menjelaskan bahwa laju korosi menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi inhibitor.



Gambar 4.4 Hubungan antara Konsentrasi Inhibitor (mg Ekstrak/L) terhadap Efisiensi Inhibisi (%)



Gambar 4.5 Hubungan antara Konsentrasi Inhibitor (mg Ekstrak/L) terhadap Laju Korosi (mmpy)

Pengujian dengan metode polarisasi potensiodinamik ini menunjukkan pola yang sama dengan metode pengurangan berat dimana efisiensi inhibisi meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi inhibitor dan laju korosi menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi inhibitor.

Penelitian Odewumni (2015) pada baja lunak dengan konsentrasi 1000 ppm ekstrak kulit luar semangka dalam media HCl didapatkan efisiensi inhibisi sebesar 69,51%. Hasil yang didapat lebih rendah dibandingkan efisiensi inhibisi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu sebesar 92,98%. Hal ini dimungkinkan karena adanya perbedaan media korosi dan logam yang digunakan. Pada penelitian Odewumni (2015) digunakan baja lunak atau Fe^{2+} . Pada deret volta, Fe^{2+} cenderung lebih mudah mengalami peristiwa oksidasi daripada Sn^{2+} . Hal ini mengakibatkan baja lunak lebih mudah mengalami peristiwa korosi daripada *tinplate* (Yang, 2008). Menurut Zeng (2013), pH juga mempengaruhi laju korosi pada logam dimana, semakin rendah pH maka laju korosi akan semakin meningkat. Pada HCl, pH yang dimiliki < 7 mengakibatkan laju korosi akan semakin cepat dibandingkan NaCl yang memiliki pH antara 7-8. Sehingga, kedua hal tersebut yang mengakibatkan adanya perbedaan efisiensi inhibisi yang dihasilkan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa ekstrak kulit luar semangka dapat digunakan sebagai inhibitor korosi pada kaleng *tinplate* dalam media 2% NaCl. Dari kedua metode yang dilakukan menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang ditambahkan, efisiensi inhibisi semakin meningkat. Efisiensi inhibisi mencapai 88,11% pada metode pengurangan berat dan pada metode polarisasi potenciodinamik mencapai 92,98% yang didapat dari konsentrasi ekstrak sebesar 1000 mg Ekstrak/L.

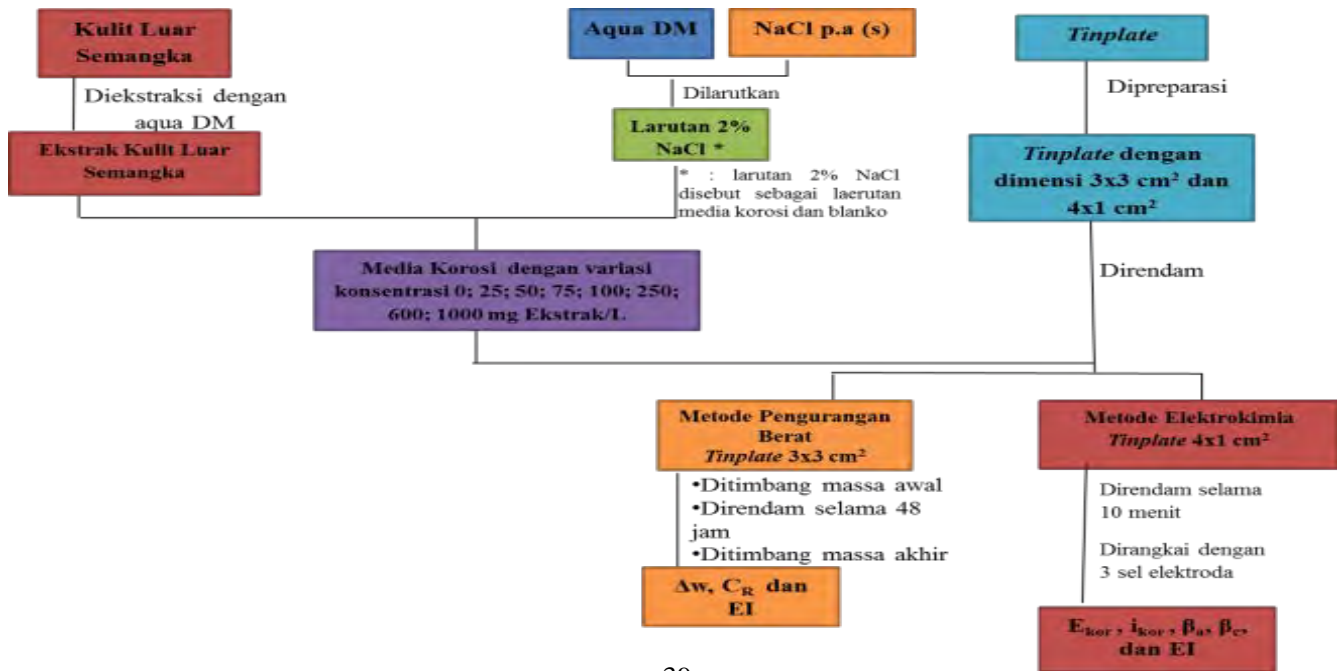
5.2 Saran

Saran untuk penelitian ini selanjutnya adalah perlu dikembangkan penggunaan senyawa ekstrak kulit luar semangka ini sebagai inhibitor korosi pada logam lainnya dan dalam media yang lain sehingga dapat mencegah kerusakan yang terjadi pada berbagai logam dalam berbagai lingkungan akibat proses korosi.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”.

LAMPIRAN A

SKEMA KERJA



“Halaman ini sengaja dikosongkan”.

LAMPIRAN B

PEMBUATAN LARUTAN

B.1 Pembuatan Larutan Media Korosi 2% NaCl (w/v).

Perhitungan :

Pembuatan larutan media korosi 2% NaCl, dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Larutan 2\% NaCl} = \frac{2 \text{ gram NaCl}}{100 \text{ mL pelarut}}$$

$$\text{Larutan 2\% NaCl} = \frac{20 \text{ gram NaCl}}{1000 \text{ mL aqua DM}}$$

Praktek :

Pembuatan larutan media korosi 2% NaCl dengan melarutkan 20 gram NaCl dengan aqua DM dalam *beaker glass* sampai larut, kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 1000 mL dan ditambahkan aquades hingga tanda batas, sehingga didapatkan larutan 2% NaCl.

B.2 Pembuatan Larutan Inhibitor Ekstrak Kulit Luar Semangka dengan Konsentrasi 25 mg Ekstrak/L (w/v).

Perhitungan :

Pembuatan larutan inhibitor korosi Ekstrak Kulit Luar Semangka dalam media korosi larutan 2% NaCl, dengan perhitungan sebagai berikut :

$$25 \text{ mg Ekstrak/L} = \frac{0,00625 \text{ g}}{0,25 \text{ L larutan}}$$

Praktek :

Pembuatan larutan inhibitor korosi konsentrasi 25 mg Ekstrak/L dengan melarutkan 0,0063 g ekstrak kulit luar semangka dengan media korosi berupa larutan 2% NaCl dalam botol timbang sampai larut, kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 250 mL dan ditambahkan larutan 2% NaCl hingga tanda batas, sehingga didapatkan larutan inhibitor korosi ekstrak kulit luar semangka 25 mg Ekstrak/L.

B.3 Pembuatan Larutan Inhibitor Ekstrak Kulit Luar Semangka dengan Konsentrasi 50 mg Ekstrak/L (w/v).

Perhitungan :

Pembuatan larutan inhibitor korosi Ekstrak Kulit Luar Semangka dalam media korosi larutan 2% NaCl, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$50 \text{ mg Ekstrak/L} = \frac{0,0125 \text{ g}}{0,25 \text{ L larutan}}$$

Praktek :

Pembuatan larutan inhibitor korosi konsentrasi 50 mg Ekstrak/L dengan melarutkan 0,0125 g ekstrak kulit luar semangka dengan media korosi berupa larutan 2% NaCl dalam botol timbang sampai larut, kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 250 mL dan ditambahkan larutan 2% NaCl hingga tanda batas, sehingga didapatkan larutan inhibitor korosi ekstrak kulit luar semangka 50 mg Ekstrak/L.

B.4 Pembuatan Larutan Inhibitor Ekstrak Kulit Luar Semangka dengan Konsentrasi 75 mg Ekstrak/L (w/v).

Perhitungan :

Pembuatan larutan inhibitor korosi Ekstrak Kulit Luar Semangka dalam media korosi larutan 2% NaCl, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$75 \text{ mg Ekstrak/L} = \frac{18,75 \text{ mg}}{0,25 \text{ L larutan}}$$

Praktek :

Pembuatan larutan inhibitor korosi konsentrasi 75 mg Ekstrak/L dengan melarutkan 0,0188 g ekstrak kulit luar semangka dengan media korosi berupa larutan 2% NaCl dalam botol timbang sampai larut, kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 250 mL dan ditambahkan larutan 2% NaCl hingga tanda batas, sehingga didapatkan larutan inhibitor korosi ekstrak kulit luar semangka 75 mg Ekstrak/L.

B.5 Pembuatan Larutan Inhibitor Ekstrak Kulit Luar Semangka dengan Konsentrasi 100 mg Ekstrak/L (w/v).

Perhitungan :

Pembuatan larutan inhibitor korosi Ekstrak Kulit Luar Semangka dalam media korosi larutan 2% NaCl, dengan perhitungan sebagai berikut :

$$100 \text{ mg Ekstrak/L} = \frac{25 \text{ mg}}{0,25 \text{ L larutan}}$$

Praktek :

Pembuatan larutan inhibitor korosi konsentrasi 100 mg Ekstrak/L dengan melarutkan 0,0250 g ekstrak kulit luar semangka dengan media korosi berupa larutan 2% NaCl

dalam botol timbang sampai larut, kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 250 mL dan ditambahkan larutan 2% NaCl hingga tanda batas, sehingga didapatkan larutan inhibitor korosi ekstrak kulit luar semangka 100 mg Ekstrak/L.

B.6 Pembuatan Larutan Inhibitor Ekstrak Kulit Luar Semangka dengan Konsentrasi 250 mg Ekstrak/L (w/v).

Perhitungan :

Pembuatan larutan inhibitor korosi Ekstrak Kulit Luar Semangka dalam media korosi larutan 2% NaCl, dengan perhitungan sebagai berikut :

$$250 \text{ mg Ekstrak/L} = \frac{62,5 \text{ mg}}{0,25 \text{ L larutan}}$$

Praktek :

Pembuatan larutan inhibitor korosi konsentrasi 250 mg Ekstrak/L dengan melarutkan 0,0625 g ekstrak kulit luar semangka dengan media korosi berupa larutan 2% NaCl dalam botol timbang sampai larut, kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 250 mL dan ditambahkan larutan 2% NaCl hingga tanda batas, sehingga didapatkan larutan inhibitor korosi ekstrak kulit luar semangka 250 mg Ekstrak/L.

B.7 Pembuatan Larutan Inhibitor Ekstrak Kulit Luar Semangka dengan Konsentrasi 600 mg Ekstrak/L (w/v).

Perhitungan :

Pembuatan larutan inhibitor korosi Ekstrak Kulit Luar Semangka dalam media korosi larutan 2% NaCl, dengan perhitungan sebagai berikut :

$$600 \text{ mg Ekstrak/L} = \frac{150 \text{ mg}}{0,25 \text{ L larutan}}$$

Praktek :

Pembuatan larutan inhibitor korosi konsentrasi 600 mg Ekstrak/L dengan melarutkan 0,1500 g ekstrak kulit luar semangka dengan media korosi berupa larutan 2% NaCl dalam botol timbang sampai larut, kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 250 mL dan ditambahkan larutan 2% NaCl hingga tanda batas, sehingga didapatkan larutan inhibitor korosi ekstrak kulit luar semangka 600 mg Ekstrak/L.

B.8 Pembuatan Larutan Inhibitor Ekstrak Kulit Luar Semangka dengan Konsentrasi 1000 mg Ekstrak/L (w/v).

Perhitungan :

Pembuatan larutan inhibitor korosi Ekstrak Kulit Luar Semangka dalam media korosi larutan 2% NaCl, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$1000 \text{ mg Ekstrak/L} = \frac{250 \text{ mg}}{0,25 \text{ L larutan}}$$

Praktek :

Pembuatan larutan inhibitor korosi konsentrasi 1000 mg Ekstrak/L dengan melarutkan 0,2500 g ekstrak kulit luar

semangka dengan media korosi berupa larutan 2% NaCl dalam botol timbang sampai larut, kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 250 mL dan ditambahkan larutan 2% NaCl hingga tanda batas, sehingga didapatkan larutan inhibitor korosi ekstrak kulit luar semangka 1000 mg Ekstrak/L.

LAMPIRAN C
DATA METODE
“PENGURANGAN BERAT”

C.1 Perhitungan Laju Korosi (mmpy)

Diambil contoh dengan larutan konsentrasi 25 mg Ekstrak/L (Blanko).

Berat jenis *Tinplate* (ρ) = 13,6267 g/cm³
Luas Permukaan (A) = 17,9856 cm²
Waktu perendaman (T) = 48 jam

$$C_R \text{ (mmpy)} = \frac{87600 \Delta W}{\rho AT} \quad (C.1)$$

$$C_R \text{ (mmpy)} = \frac{87600 \times 0,0013}{13,6267 \times 17,9856 \times 48}$$

$$C_R \text{ (mmpy)} = 0,0097 \text{ mmpy}$$

(Untuk konsentrasi yang lain digunakan cara yang sama).

C.2 Perhitungan Selisih Pengurangan Berat (ΔW)

Diambil contoh dengan larutan konsentrasi 25 mg Ekstrak/L.

$$\Delta W = W_0 - W_t \text{ (gram)} \quad (C.2)$$

$$= 1,5862 - 1,5849$$

$$= 0,0013 \text{ gram.}$$

(Untuk konsentrasi dan pengulangan yang lain digunakan cara yang sama).

C.3 Perhitungan Efisiensi Inhibisi (%)

Diambil contoh dengan larutan konsentrasi 25 mg Ekstrak/L.

$$EI (\%) = \frac{C_R^0 - C_R}{C_R^0} \times 100\% \quad (C.3)$$

$$EI (\%) = \frac{0,0244 - 0,0157}{0,0244} \times 100\%$$

$$EI (\%) = 35,65 \%$$

(Untuk konsentrasi dan pengulangan yang lain digunakan cara yang sama).

Tabel C.1 Data Metode Pengurangan Berat Inhibitor Korosi Ekstrak Kulit Luar Semangka dalam media 2% NaCl.

Konsentrasi (mg Ekstrak/L)	W_0 (gram)	W_t (gram)	ΔW (gram)	A (cm ²)	Laju Korosi rata-rata (mmpy)	EI rata- rata (%)
0	1,6046	1,6014	0,0032	18,2880	0,0244	-
	1,5361	1,5331	0,0030	18,2880		-
	1,6004	1,5966	0,0038	18,2880		-
25	1,5862	1,5849	0,0013	17,9856	0,0157	35,65
	1,6161	1,6140	0,0021	18,2880		
	1,5944	1,5914	0,0030	18,2880		
50	1,6346	1,6320	0,0026	18,2880	0,0153	37,29
	1,5697	1,5676	0,0021	17,9856		
	1,5568	1,5553	0,0015	17,9856		
75	1,6162	1,6143	0,0019	18,5904	0,0126	48,36
	1,5618	1,5603	0,0015	17,6832		
	1,5603	1,5586	0,0017	17,9856		
100	1,5729	1,6143	0,0017	17,6832	0,0115	52,87
	1,6055	1,5603	0,0011	18,2880		
	1,6386	1,5586	0,0019	18,5904		
250	1,6265	1,5712	0,0003	18,5904	0,0057	76,64
	1,6392	1,6044	0,0013	18,8928		
	1,5772	1,6367	0,0008	18,2880		

Lanjutan C.1

Konsentrasi (mg Ekstrak/L)	W_0 (gram)	W_t (gram)	ΔW (gram)	A (cm ²)	Laju Korosi (mmpy)	EI rata- rata (%)
600	1,5950	1,5945	0,0005	18,2880	0,0039	84,02
	1,6045	1,6040	0,0005	18,2880		
	1,6088	1,6082	0,0006	18,2880		
1000	1,6023	1,6022	0,0001	18,2880	0,0029	88,11
	1,5367	1,5362	0,0005	17,9856		
	1,6297	1,6291	0,0006	18,2880		

LAMPIRAN D
DATA METODE
“POLARISASI POTENSIDINAMIK”

D.1 Perhitungan Efisiensi Inhibisi (%)

Diambil contoh dengan larutan konsentrasi 25 mg Ekstrak/L.

$$EI (\%) = \frac{I^{\circ}kor - I'kor}{I^{\circ}kor} \times 100\% \quad (D.1)$$

$$EI (\%) = \frac{2,92 - 2,34}{2,92} \times 100\%$$

$$EI (\%) = 19,80 \%$$

(Untuk konsentrasi dan pengulangan yang lain digunakan cara yang sama).

Tabel D.1 Data Polarisasi Potensiodinamik Inhibitor Korosi Ekstrak Kulit Luar Semangka dalam media 2% NaCl.

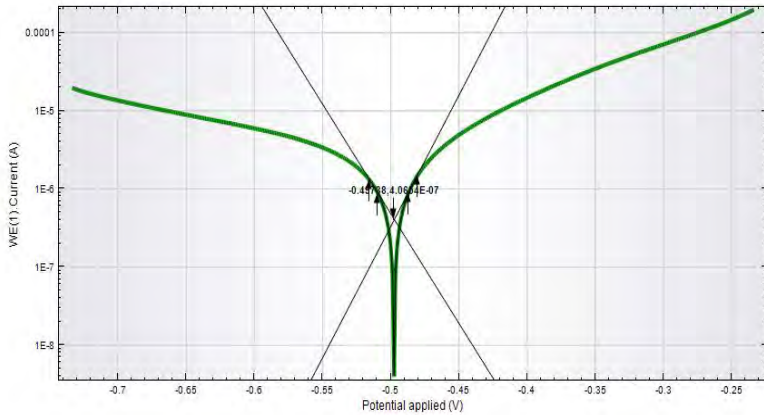
Konsentrasi (mg Ekstrak/L)	β_a (V/dec)	β_c (V/dec)	E_{kor} (mV)	I_{kor} ($\mu A/cm^2$)	EI (%)	EI rata- rata (%)
0	0,3288	0,1342	-497,64	3,26	-	-
	0,3234	0,1385	-476,67	2,70	-	-
	0,4551	0,1919	-447,95	2,79	-	-
25	0,3528	0,1167	-536,97	2,34	19,80	19,03
	0,3537	0,1394	-525,04	2,35	19,48	
	0,2457	0,1091	-502,13	2,40	17,81	
50	0,2078	0,1178	-457,41	1,30	55,39	55,25
	0,1508	0,0996	-502,04	1,30	55,63	
	0,1534	0,0953	-525,11	1,32	54,74	
75	0,0661	0,0764	-512,17	1,22	58,13	57,80
	0,1012	0,1013	-577,44	1,26	56,99	
	0,0840	0,0594	-538,09	1,22	58,29	
100	0,1093	0,0780	-493,23	1,22	58,18	58,85
	0,1821	0,1445	-487,71	1,20	58,85	
	0,1563	0,1292	-494,18	1,18	59,53	
250	0,1081	0,0931	-501,32	0,92	68,50	68,33
	0,0956	0,0854	-499,59	0,94	67,68	
	0,1098	0,1030	-497,17	0,91	68,81	

Lanjutan D.1

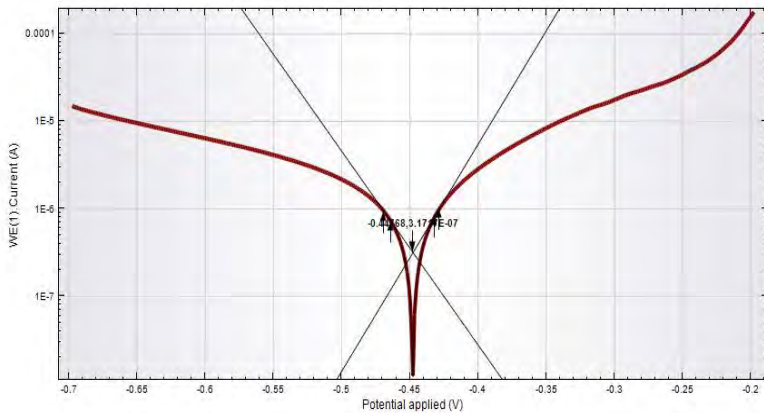
Konsentrasi (mg Ekstrak/L)	β_a (V/dec)	β_c (V/dec)	E_{kor} (mV)	I_{kor} ($\mu A/cm^2$)	EI (%)	EI rata- rata (%)
600	0,0993	0,0985	-534,55	0,81	72,15	73,06
	0,1046	0,0970	-533,96	0,82	71,99	
	0,0663	0,0511	-525,61	0,73	75,05	
1000	0,0199	0,0224	-637,10	0,21	92,75	92,98
	0,0160	0,0160	-650,67	0,23	92,23	
	0,0171	0,0155	-656,58	0,18	93,96	

“Halaman ini sengaja dikosongkan”.

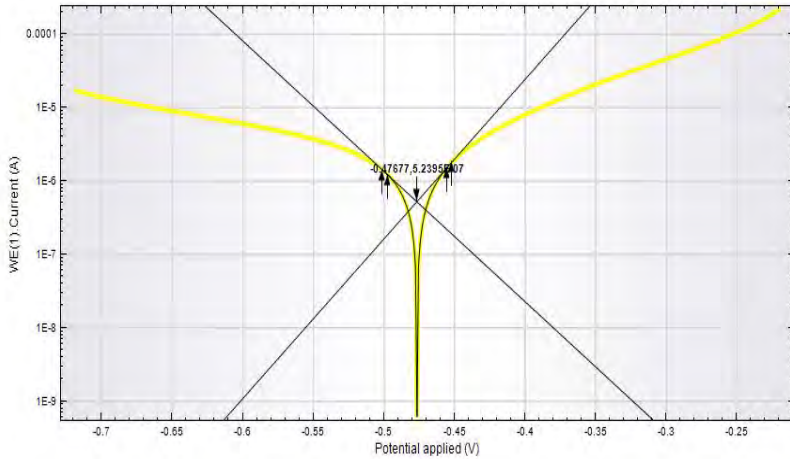
LAMPIRAN E KURVA POLARISASI



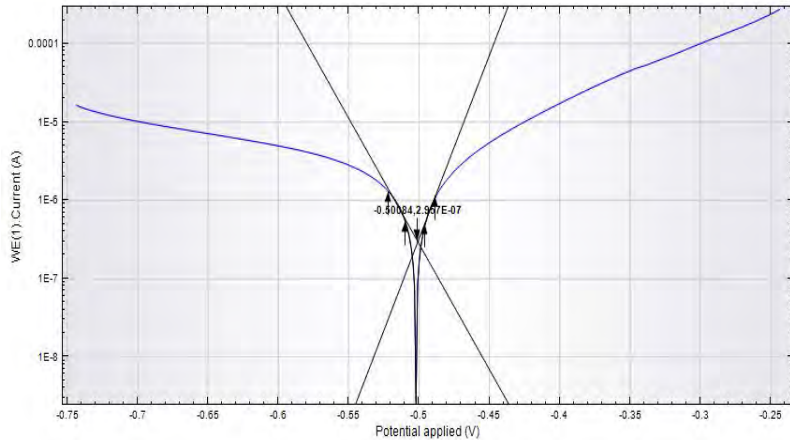
Gambar E.1 Kurva Polarisasi *tinplate* dengan konsentrasi inhibitor 0 mg/L (*tinplate* 1)



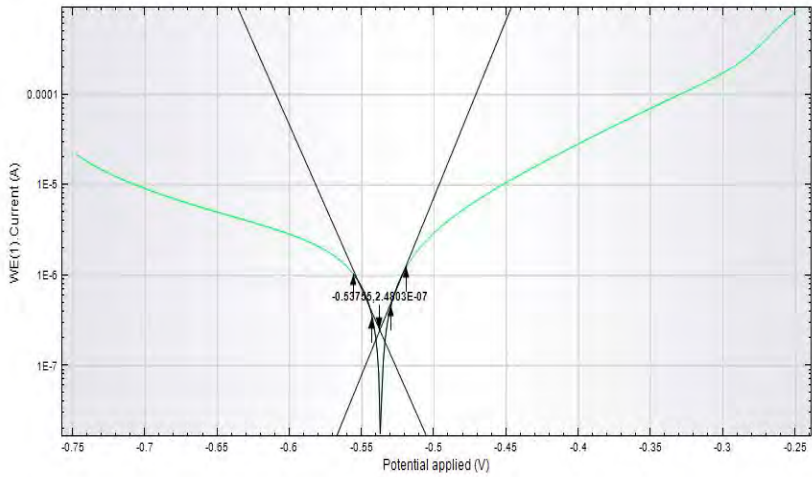
Gambar E.2 Kurva Polarisasi *tinplate* dengan konsentrasi inhibitor 0 mg/L (*tinplate* 2)



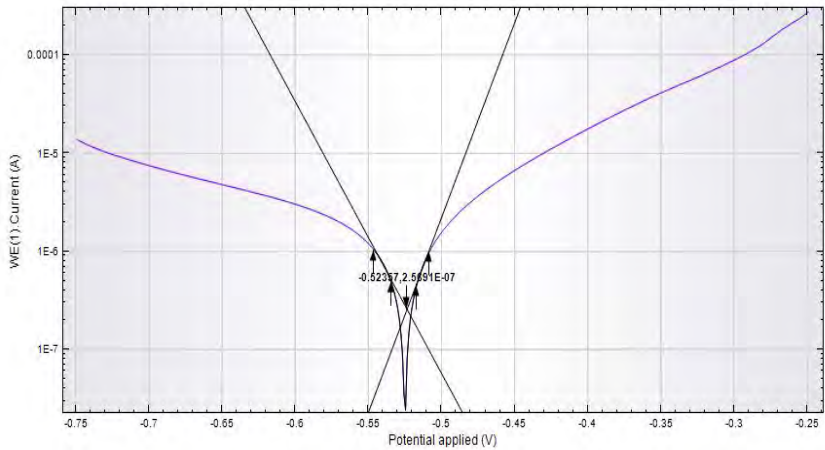
Gambar E.3 Kurva Polarisasi *tinplate* dengan konsentrasi inhibitor 0 mg/L (*tinplate* 3)



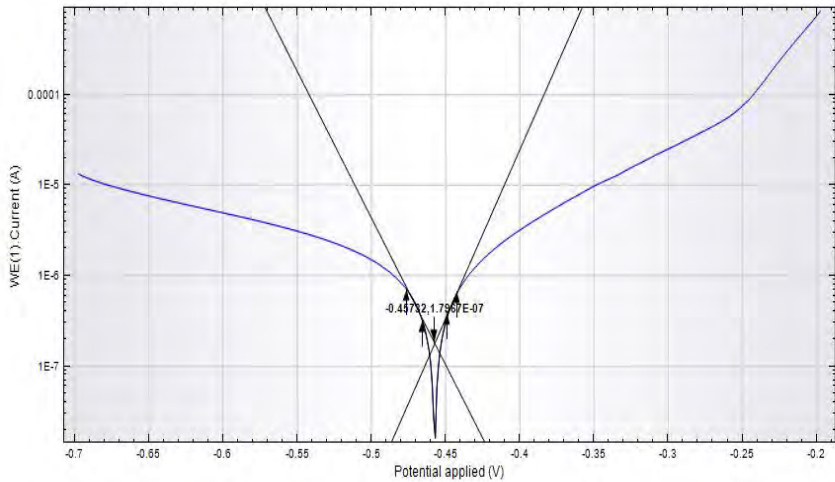
Gambar E.4 Kurva Polarisasi *tinplate* dengan konsentrasi inhibitor 25 mg/L (*tinplate* 1)



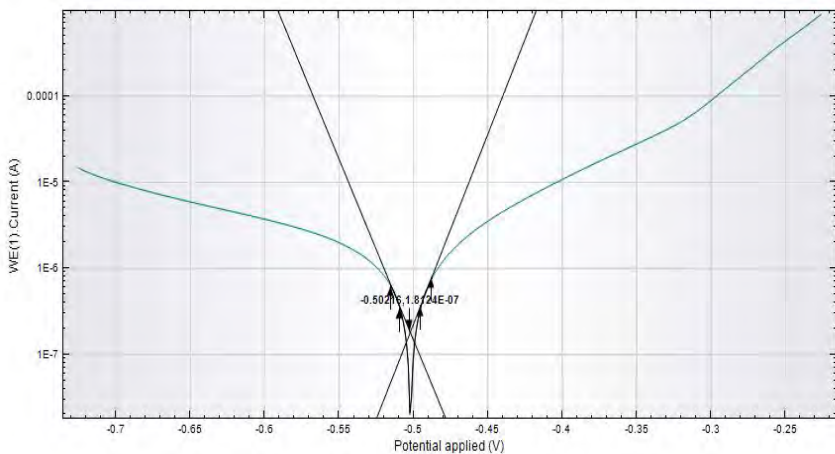
Gambar E.5 Kurva Polarisasi *tinplate* dengan konsentrasi inhibitor 25 mg/L (*tinplate 2*)



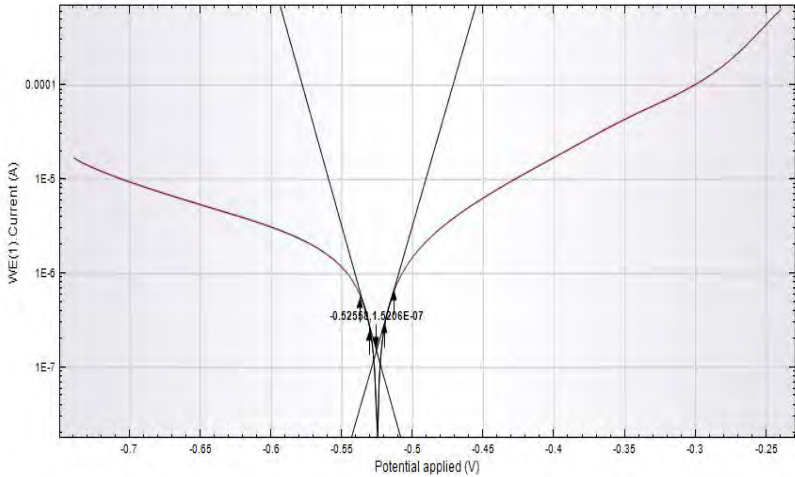
Gambar E.6 Kurva Polarisasi *tinplate* dengan konsentrasi inhibitor 25 mg/L (*tinplate 3*)



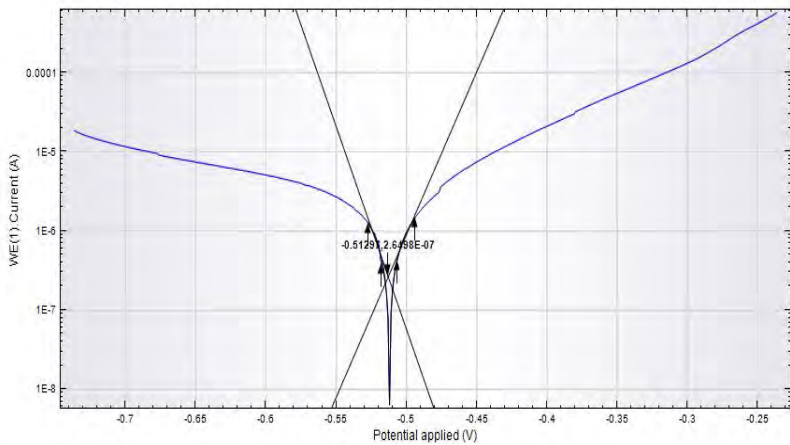
Gambar E.7 Kurva Polarisasi *tinplate* dengan konsentrasi inhibitor 50 mg/L (*tinplate 1*)



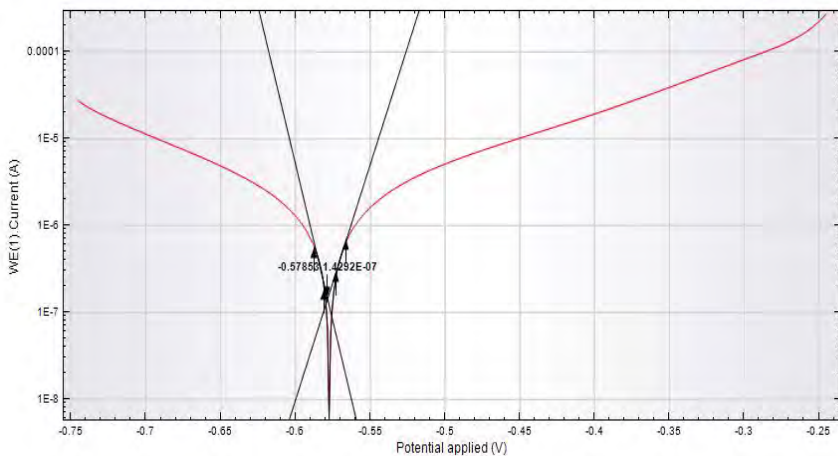
Gambar E.8 Kurva Polarisasi *tinplate* dengan konsentrasi inhibitor 50 mg/L (*tinplate 2*)



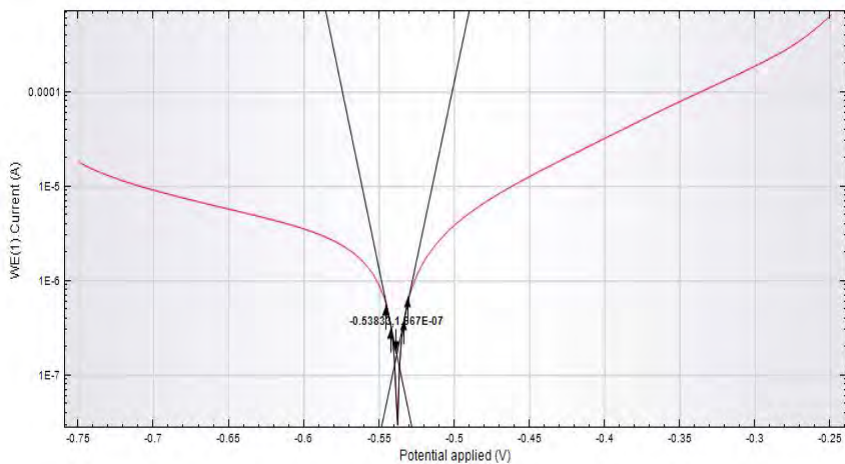
Gambar E.9 Kurva Polarisasi *tinplate* dengan konsentrasi inhibitor 50 mg/L (*tinplate* 3)



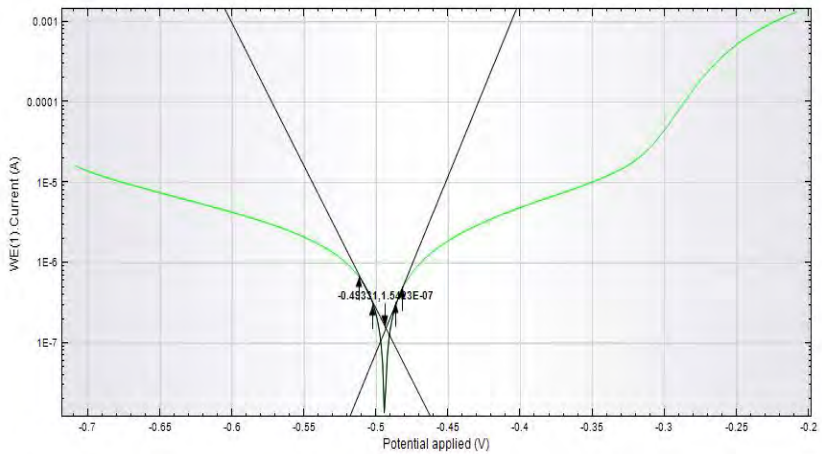
Gambar E.10 Kurva Polarisasi *tinplate* dengan konsentrasi inhibitor 75 mg/L (*tinplate* 1)



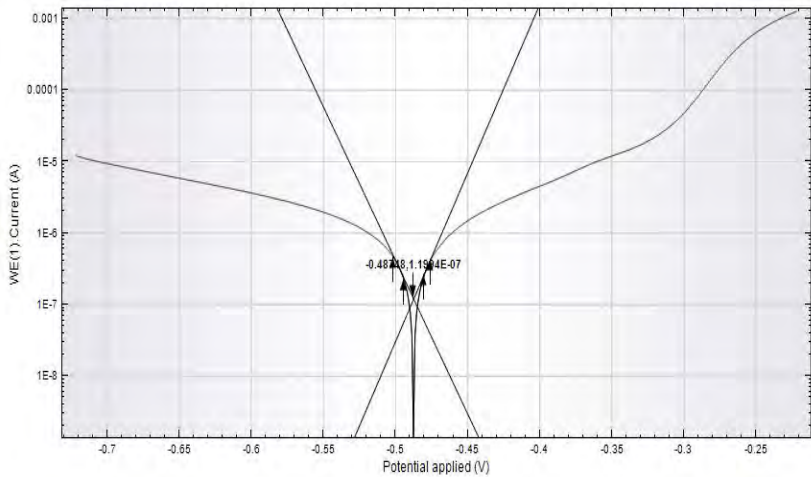
Gambar E.11 Kurva Polarisasi *tinplate* dengan konsentrasi inhibitor 75 mg/L (*tinplate 2*)



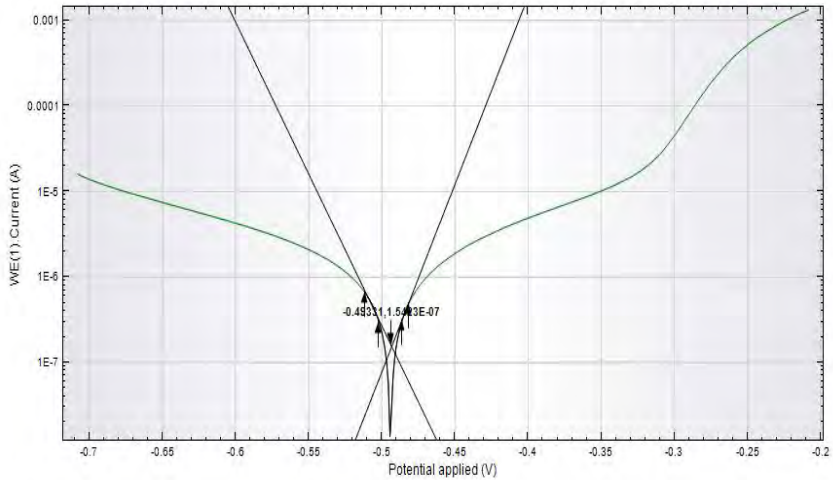
Gambar E.12 Kurva Polarisasi *tinplate* dengan konsentrasi inhibitor 75 mg/L (*tinplate 3*)



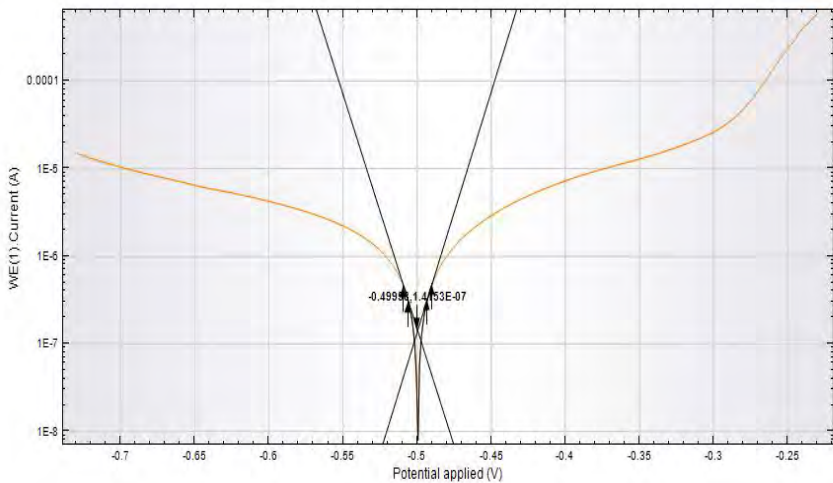
Gambar E.13 Kurva Polarisasi *tinplate* dengan konsentrasi inhibitor 100 mg/L (*tinplate 1*)



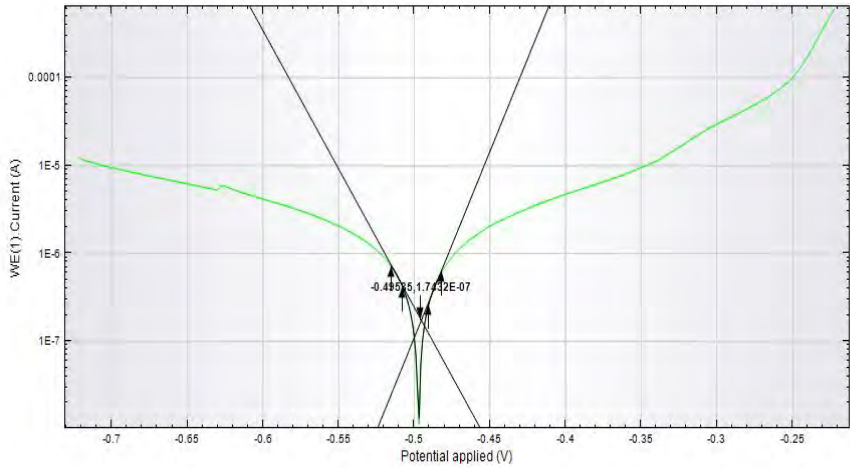
Gambar E.14 Kurva Polarisasi *tinplate* dengan konsentrasi inhibitor 100 mg/L (*tinplate 2*)



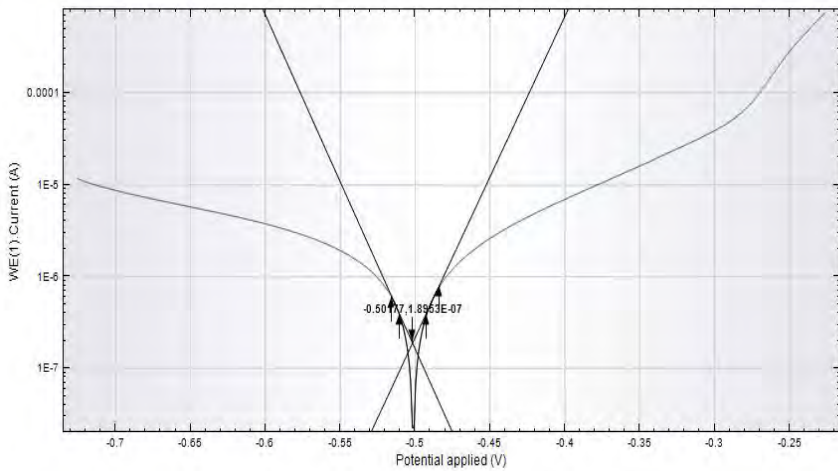
Gambar E.15 Kurva Polarisasi *tinplate* dengan konsentrasi inhibitor 100 mg/L (*tinplate* 3)



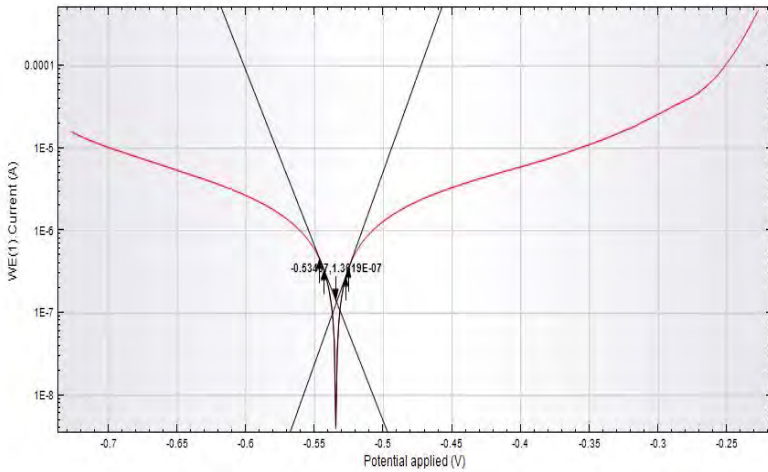
Gambar E.16 Kurva Polarisasi *tinplate* dengan konsentrasi inhibitor 250 mg/L (*tinplate* 1)



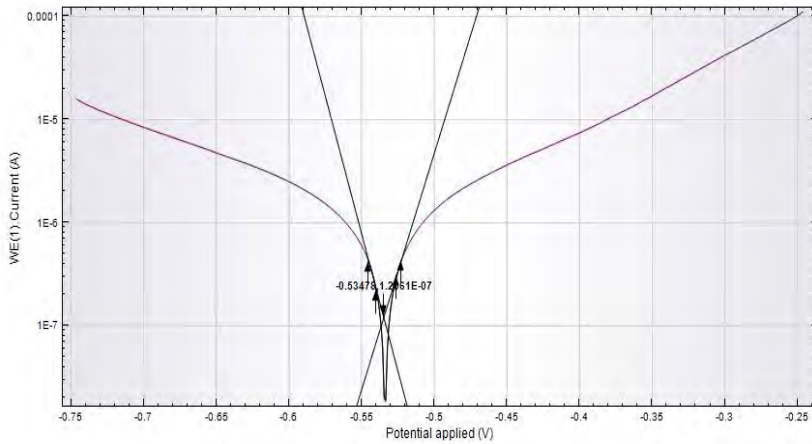
Gambar E.17 Kurva Polarisasi *tinplate* dengan konsentrasi inhibitor 250 mg/L (*tinplate 2*)



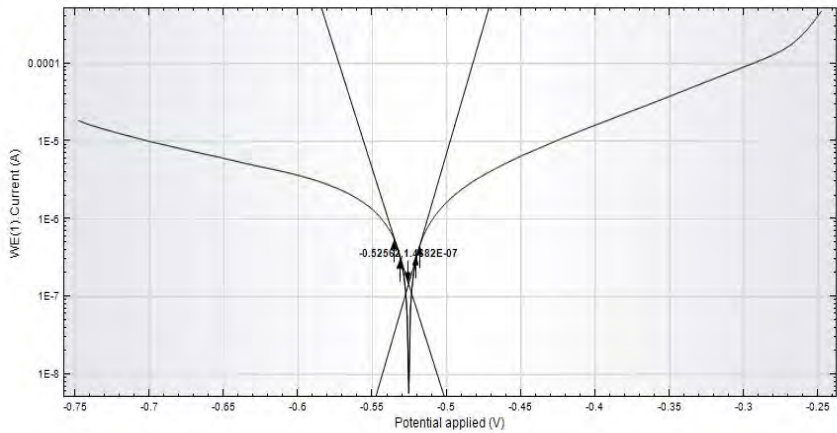
Gambar E.18 Kurva Polarisasi *tinplate* dengan konsentrasi inhibitor 250 mg/L (*tinplate 3*)



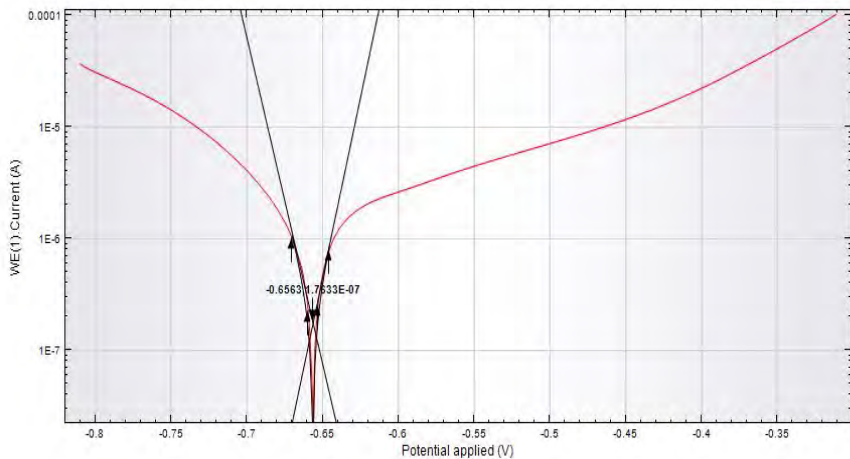
Gambar E.19 Kurva Polarisasi *tinplate* dengan konsentrasi inhibitor 600 mg/L (*tinplate* 1)



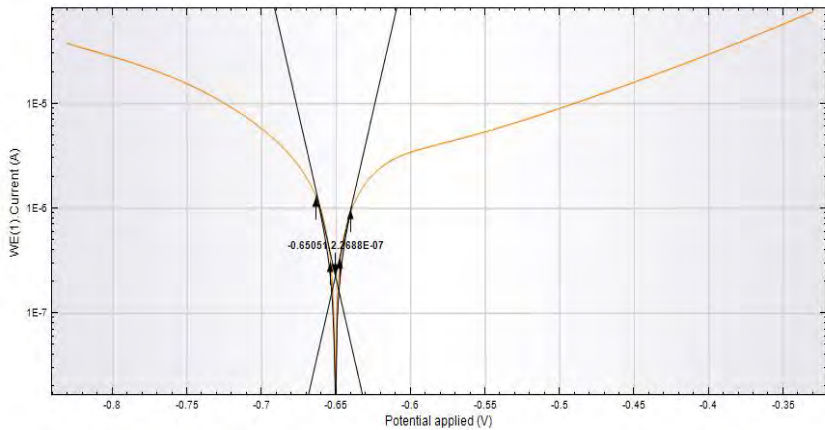
Gambar E.20 Kurva Polarisasi *tinplate* dengan konsentrasi inhibitor 600 mg/L (*tinplate* 2)



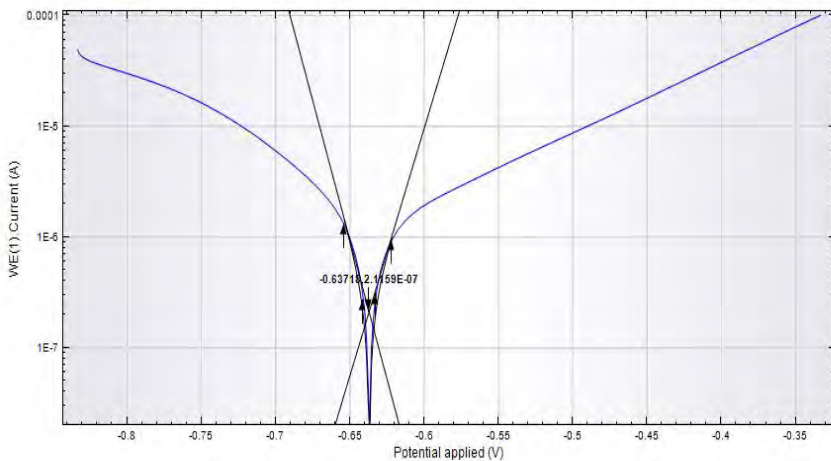
Gambar E.21 Kurva Polarisasi *tinplate* dengan konsentrasi inhibitor 600 mg/L (*tinplate* 3)



Gambar E.22 Kurva Polarisasi *tinplate* dengan konsentrasi inhibitor 1000 mg/L (*tinplate* 1)



Gambar E.23 Kurva Polarisasi *tinplate* dengan konsentrasi inhibitor 1000 mg/L (*tinplate* 2)



Gambar E.24 Kurva Polarisasi *tinplate* dengan konsentrasi inhibitor 1000 mg/L (*tinplate* 3)

DAFTAR PUSTAKA

- Arhatha, N. (2012). *Kitosan dari Cangkang Rajungan (Portunus Pelagicus) Sebagai Inhibitor Korosi Baja Karbon pada Kondisi Sesuai Pipa Sumur Minyak Bumi*. Jakarta: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Blunden, S., & Wallace, T. (2003). Tin in canned food : a review and understanding of occurrence and effect. *Food and Chemical Technology*, 1651-1662.
- Bothi Raja, P., & Sethuraman, M. (2008). Natural Products as Corrosion Inhibitors for Metals in Corrosive Media. A review, *Materials Letters*, 62, 113-116.
- Da-Hai, X., Shi-zhe, S., Ji-hui, W., Hui-chao, B., Yu-xuan, J., & Zhe-wen, H. (2012). Corrosion behavior of tinplate in NaCl solution. *Trans. Nonferrous Met. Soc. China* 22, 717-724.
- de Souza, F. S., & Spinelli, A. (2009). Caffeic Acid as a green corrosion inhibitor for mild steel. *Corrosion Science*, 642-649.
- El Haddad, M. N. (2013). Chitosan as a green inhibitor for copper corrosion in acidic medium. *International Journal of Biological Macromolecules*, 142-149.
- El-Sherbini, F., Wahab, A., & Deyab, M. (2005). Ethoxylated Fatty Acids as Inhibitors for The Corrosion of Zinc in Acid Media. *Materials Chemistry and Physics* 89, 183-191.
- Firdausi, S., & Harmami. (2014). Optimasi Waktu dan Potensial dalam Pelapisan Kitosan pada Tinplate secara Elektroforesis. *Jurnal Sains dan Seni POMITS*, 1-5.

- Galić, P. M., & Cikovic, N. (1994). The Effect of Inhibitors On the Corrosion Of Tin In Sodium Chloride Solution. *Corrosion Science*, 785-195.
- Giat, P. S., Deswita, S., & Handayani, A. (2013). Pengaruh Inhibitor Kafeina pada Laju Korosi dan Struktur Mikro Baja Karbon KS01 dan AISI 1045 dalam Media Air Laut.
- Handayani, M., & Sulistiyono, E. (2009). *Uji Persamaan Langmuir dan Freundlich pada Penyerapan Limbah Chrom (VI) oleh Zeolit*. Bandung: PTNBR-BATAN.
- Harmami. (2015). Pemanfaatan Kitosan Sebagai Inhibitor Korosi Kaleng Makanan. *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VII*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Hartati, S. (2013). Hubungan Bahan Pengawet, Kemasan dan Lama Penyimpanan Sosis Sapi. 1-13.
- Haryono, G., Hanima, B., & Tanoto, F. (2010). Ekstrak Bahan Alam sebagai Inhibitor Korosi. *Jurusan Teknik Kimia FTI UPN "Veteran" Yogyakarta*.
- Irianty, S. R., & Khairat. (2013). Ekstrak Daun Pepaya sebagai Inhibitor Korosi pada Baja AISI 4140 dalam Medium Air Laut. *Jurnal Teknobiologi Universitas Riau*, 77-82.
- Jones, D. A. (1996). *Principles and Prevention of Corrosion - 2nd Edition, 2nd Ed*. USA: Prentice Hall New Jersey.
- Ludiyana, Y., & Handayani, S. (2012). Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Ekstrak Daun Teh (Cameliana Sinesis) terhadap Laju Korosi Baja Karbon Schedule 40 Grade B ERW. *Jurnal Fisika : Unand*, 1.

- Martins, J. L. (2012). Corrosion Problems in Tin plate Cans for Storing Contact Glues for Shoes. *Engineering Failure Analysis* 26, 358-265.
- Mourya, P., Sitashree, B., & M.M, S. (2014). Corrosion Inhibition of Mild Steel in Acidic Solution by Tagetes Erecta (Marigold Flower) Extract as a Green Inhibitor. *Corrosion Science*, 352-363.
- Odewumni, N. A., Umoren, S. A., & Gasem, Z. M. (2015). Watermelon waste products as a green inhibitors for mild steel in HCl Solution. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 286-296.
- Odewumni, N. A., Umoren, S. A., Gasem, Z. M., & Ganiyu, S. A. (2015). L-Citrulline : An active corrosion inhibitor component of watermelon extract for mild steel in HCl Medium. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 1-9.
- Petchiammal, A., P, Deepa. R., S, Selvaraj., & K, Kalirajan. (2012). Corrosion Protection of Zinc in Natural Sea Water using Citrullus Vulgaris Peel as an Inhibitor. *Research Journal of Chemical Science*, 24-34.
- Radojčić, I., Berkovic, K., Kovac, S., & Vorkapic Furac, J. (2008). Natural Honey and black radish juice as tin corrosion inhibitors . *Corrosion Science*, 1498-1504.
- Restiawan, D., & Harmami. (2013). Kinina sebagai Inhibitor Korosi Baja SS 304 dalam Media 1 M H₂SO₄ dengan Variasi Suhu. *Jurnal Sains dan Teknologi POMITS*, c34-c37.
- Sari, D. M., Handani, S., & Yetri, Y. (2013). Pengendalian Laju Korosi Baja ST-37 dalam Medium Asam Klorida dan

Natrium Klorida menggunakan Inhibitor Ekstrak Daun Teh. *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 2, No. 3.

Shreir, L. L., Jarman, R. A., & Burstein, G. T. (1995). *Corrosion Volume 1*. Oxford: Jordan Hill.

Sutrisno. (2013). Kajian Tinning (Sn Plating) dalam Dunia Industri. *Teknik Mesin Politeknik : Surakarta*, Vol. 3, No. 1.

Talbot, D. E., & Talbot, J. D. (1997). *Corrosion Science and Technology - 2nd Edition (Materials Science & Technology)*. Florida, USA: CRC Press.

Threthewey, K. R., & Chamberlein, J. (1991). *Korosi untuk Mahasiswa Sains dan Rekayasawan*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Yang, L. (2008). *Techniques for Corrosion Monitoring*. USA: CRC Press.

Zeng, D., & Yan, H. (2013). Experimental Study on a New Corrosion and Scale Inhibitor. *Journal of Environmental Protection* , 671-675.

Zhong, X., Zhang, G., Qiu, Y., Chen, Z., Guo, X., & Fu, C. (2013). The Corrosion of Tin Under Electrolyte Layers Containing Chloride. *Corrosion Science*, 14-25.

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Nganjuk, 22 April 1994 dengan nama lengkap Fadiah Aprilia Mufis sebagai anak pertama dari pasangan Bapak Abdul Mujib dan Ibu Masfiah dengan satu orang adik Assawa Zahro Mufis. Pendidikan formal yang telah ditempuh oleh penulis, yaitu di TK Pembina I, SD Negeri Payaman 2 Nganjuk, SMP Negeri 1 Nganjuk dan SMA Negeri 2 Nganjuk. Setelah lulus dari SMA Negeri 2 Nganjuk, penulis melanjutkan pendidikan di Jurusan Kimia, FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui jalur SNMPTN Undangan pada tahun 2012. Selama menempuh pendidikan di ITS, penulis aktif dalam organisasi dan kegiatan tingkat jurusan, fakultas dan institut. Penulis pernah menjabat sebagai Staff PSDM Himpunan Mahasiswa Kimia 2013/2014 dan Kepala Bidang Upgrading PSDM Himpunan Mahasiswa Kimia 2014/2015. Penulis pernah menempuh kerja praktik di PT. Pupuk Kalimantan Timur, Bontang di bidang Laboratorium periode Juli-September 2015. Penulis menyelesaikan studi di Jurusan Kimia FMIPA ITS dengan mengambil Tugas Akhir di bidang Kimia Analitik dan Instrumentasi dengan judul “Pemanfaatan Ekstrak Kulit Luar Semangka sebagai Inhibitor Korosi *Tinplate* dalam Media 2% NaCl” dengan dosen pembimbing Dra. Harmami, MS. dan Dra. Ita Ulfin, M.Si. Penulis dapat dihubungi melalui email : am.fadiah@yahoo.com.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”.